Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 10.09.2024 14:29:24
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 /

«15» февраля 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы математического моделирования технологических процессов»

Направление подготовки
15.03.01 "Машиностроение"

Профиль
«Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2024 г.

Разработчик(и):

доцент кафедры «Технологии и оборудование

машиностроения», к.т.н., доцент /С.Л. Петухов/

Согласовано:
И.о. заведующего кафедрой «Технологии и
оборудование машиностроения»,

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....5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины....5
   - 3.3. Содержание дисциплины....5
   - 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....8
   - 4.2. Основная литература....8
   - 4.3. Дополнительная литература....8
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы....9
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....10
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....10
5. Материально-техническое обеспечение....11
6. Методические рекомендации....11
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....12
7. Фонд оценочных средств....13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....18
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....18
   - 7.3. Оценочные средства....19

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целями освоения дисциплины являются приобретение студентами, обучающимися по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение» формирование знаний, умений и навыков участия в работах по математическому моделированию технологических процессов для обеспечения высокоэффективного функционирования механообрабатывающих производств, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность. Для достижения этой цели при обучении студентов дисциплине «Основы математического моделирования технологических процессов» изучаются современные проблемы и перспективы повышения эффективности решения инженерных задач в рамках будущей профессии в соответствии с профилем «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»

Выпускник, освоивший программу бакалавриата готов решать следующие профессиональные задачи:

- использовать современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности;
- участвовать в разработке статистических математических моделей технологических операций;
- участвовать в работе по подготовке технические отчетов;
- осуществлять поиск и критический анализ информации;
- применять системный подход для решения поставленных задач;
- формирование умений и навыков по данному направлению подготовки;
- принимать участие в проведении лабораторных занятий.

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. Знает основные принципы работы современных информационных технологий, применяемые при решении задач профессиональной деятельности ИОПК-4.2. Умеет применять современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности ИОПК-4.3. Владеет навыками использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Блок Б.1.1. Обязательная часть: «Основы программирования и алгоритмизации в машиностроении», «Технология машиностроения», «Основы теоретических и экспериментальных исследований», «Математический анализ», «Теория вероятностей».

Б.1.2. Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Для обязательного изучения: «Комплексные процессы обработки деталей машин», «Основы теории резания станки и инструмент», «Технологическая подготовка производства».

Элективные дисциплины 1: «Прикладные компьютерные программы».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов). Изучается на 4 семестре обучения (очная форма 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	Семестры
			4 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ	36	36
2.2	Самостоятельное изучение	36	36
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	144	Экзамен

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

1. Введение в дисциплину. Основные термины и определения

Цели моделирования. Предметное и абстрактное моделирование. Преимущества и недостатки математического моделирования.

Классификация математических моделей.

2. Основные этапы построение структурной математической модели

Понятие технологической подготовки производства. Основы размерного анализа. Основные понятия теории графов. Анализ качества структурных схем. Производный, исходный и совмещенный графы.

3. Методология статистическое моделирования

Основные этапы технологии комплексного моделирования. Алгоритм моделирования технологических операций. Пример статистического моделирования операции электроэрозионной обработки.

4. Статистическая оценка параметров объекта моделирования

Логическая схема статистического анализа исходных данных. Прикладные методы математической статистики. Метод максимального правдоподобия. Метод моментов. Понятие доверительного интервала.

5. Проверка статистических гипотез

Понятие статистической гипотезы. Доверительный уровень вероятности. Проверка гипотезы о законе распределения случайной величины. Проверка гипотезы равенства двух выборочных средних. Проверка гипотезы равенства двух выборочных дисперсий. Проверка

гипотезы равенства нескольких выборочных дисперсий. Проверка гипотезы о принадлежности двух выборок к одной и той же генеральной совокупности.

6. Основные распределения случайных величин

Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон биноминального распределения. Закон редких событий. Закон нормального распределения. Закон равной вероятности. Закон экспоненциального распределения. Закон распределения эксцентриситета. Логарифмически-нормальное распределение. Закон распределения модуля разности. Композиция законов распределения. Распределения, лежащие в основе статистических критериев.

7. Модели микроуровня и макроуровня

Общий вид уравнений математической модели описания свойств технического объекта с распределенными параметрами. Уравнение закона сохранения. Модели гидравлических систем на микроуровне. Модели механических систем на микроуровне. Динамическая модель технического объекта на макроуровне. Методы выделения дискретных элементов из сплошной среды. Динамическая модель колебательной системы автомобиля.

8. Применение аналитических и численных методов при моделировании

Прямая и обратная задачи математического моделирования. Алгоритм математического исследования модели. Пример аналитического решения задачи оптимизации. Алгоритм решения задачи моделирования операции абразивной обработки. Численные методы – основной инструмент для решения сложных математических задач. Основные источники погрешности.

Основные понятия численного дифференцирования и численного интегрирования.

9. Модели метауровня

Основные этапы процедуры получения математической модели. Виды процессов, описываемые моделями метауровня. Анализ состояния агрегата. Функционирование технологической системы из двух станков. Пример математической модели метауровня для объектов теории автоматического

управления. Математическое моделирование в основе которого лежит теория массового обслуживания.

10. Основы регрессионного анализа

Основные термины и определения. Уравнение регрессии второй степени. Требования, предъявляемые к факторам. Основы статистической методологии.

Основные требования к объектам исследований. Виды параметров оптимизации. Основные этапы планирования эксперимента. Геометрическая интерпретация поверхности отклика. Методы поиска оптимума функции.

11. Алгоритм построения регрессионной математической модели

Основные принципы планирования эксперимента. Факторные эксперимента и их преимущества. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Интерпретация результатов моделирования и принятие решения после построения модели.

12. Планы для изучения поверхности отклика. Критерии оптимальности планов

Планы для подбора модели первого порядка. Планы для подбора модели второго порядка. Центральные композиционные планы. Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельное планирование второго порядка. Рандомизированные полноблочные планы. Латинские квадраты.

Критерии оптимальности планов для коэффициентов модели. Критерии оптимальности планов для предсказательных свойств модели.

13. Основы дисперсионного анализа

Методика выполнения дисперсионного анализа. Модели постоянных и случайных эффектов. Метод множественного сравнения Шеффе. Проверка равенства нескольких дисперсий. Мощность дисперсионного анализа.

14. Оценка корректности подбора модели

Пример моделирования практической задачи. Функция правдоподобия. Определение объема выборки. Типовые зависимости остатков. Понятия «Чистая ошибка», «Ошибка неадекватности».

15. Решение задач оптимизации методами линейного и нелинейного программирования

Методология линейного и нелинейного программирования. Задача линейного программирования в стандартной форме. Решение задачи симплекс методом. Задача линейного регрессионного анализа. Решение задач методом динамического программирования.

16. Основы корреляционного анализа

Типовые виды зависимостей. Коэффициент корреляции. Свойства коэффициента корреляции. Ковариационный анализ. Основные процедуры ковариационного анализа.

17. Имитационное моделирование в решении инженерных задач

Обоснование, формулирование и конструирование имитационной модели. Математический аппарат имитационного моделирования.

Использование имитационного моделирования для исследования операций. Общие требования к разработке модели. Использование результатов имитационного моделирования.

18. Повышение достоверности прогноза формирования параметров качества продукции машиностроения

Пути прогнозирование достижимой точности формируемого параметра детали или узла на операции технологического процесса его изготовления или сборки на базе математического моделирования объекта исследования. Рекомендуемые теоретические законы распределения. Оценка точности подбора теоретического закона распределения. Оценка согласия статистической функции распределения и рассмотренных теоретических законов распределения.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинарские/практические занятия не предусмотрены

3.4.2. Лабораторные занятия

1. Построение математической модели формирования отклонений действительных размеров детали с использованием специально подобранных законов распределения
2. Построение математической модели формирования отклонений формы и взаимного положения поверхностей детали с использованием специально подобранных законов распределения
3. Статистическое моделирование технологических операций
4. Составление структурной модели технологического процесса
5. Анализ модели технологического процесса
6. Построение модели объекта на базе регрессионного анализа
7. Проверка статистических гипотез
8. Моделирование инженерных задач на базе теории статистических выводов
9. Оценка корректности построения математической модели

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Р 50.1.040-2002. Группа Т59. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ.
ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ. Термины и определения
ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 2 октября 2002 г. N 362-ст
2. "ГОСТ Р 15.101-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ"
(утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 24.08.2021 N 784-ст)
3. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 Группа Т80
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОЧНОСТЬ (ПРАВИЛЬНОСТЬ И ПРЕЦИЗИОННОСТЬ) МЕТОДОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ
ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 23 апреля 2002 г. N 161-

4.2 Основная литература

1. Кузьмин В.В., Схиртладзе А.Г. Математическое моделирование технологических процессов сборки и механической обработки изделий машиностроения. М.: Издательство «Высшая школа», 2008 – 280 с.2
2. Штерензон В. А. Моделирование технологических процессов. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2010. 66 с.
3. Черепашков А.А., Носов Н.В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении. Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. — Волгоград: Издательский Дом «Ин-Фолио», 2009. — 640 с.: илл.
4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юрайт, 2023, 479 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015 – 296 с.
2. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. М.: «ИНФРА-М», 2013 – 584 с.
3. Петухов С.Л., Васильев А.Н., Бухтеева И.В. Математические модели в машиностроении. Учебное пособие. М.: Мосполитех, 2017 – 93 с.
4. Петухов С.Л., Бухтеева И.В., Холодкова А.Г., Аббясов В.М. Регрессионные математические модели в автотракторостроении.
Учебное пособие №3049. М.: Университет машиностроения. 2014 –46 с.
5. Фокичева Е.А., Алексеев М.И. Планирование эксперимента и обработка результатов исследований: Учебное пособие. М.: Вологда: ВоГУ, 2014. –72 с.
6. Суслов А.Г. «Основы технологии машиностроения». М.: Кнорус, 2013, с. 288.
7. Якухин В.Г. Новые аспекты технологии машиностроения. М.: Мосполитех, 2017 – 200 с.
8. Справочник технолога. Суслов А.Г., Безъязычный В.Ф., Базров Б.М. и др. М.: Инновационное машиностроение, 2019 - 800 с.

9. Степнов М.Н., Шаврин А.В. Статистические методы обработки результатов статистических испытаний. М.: Машиностроение, 2005 – 400с
10. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юрайт, 2013. – 480с.
11. Ричард Б. Чейз. Производственный и операционный менеджмент. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004 – 704 с.
12. Юденков В.А. Дисперсионный анализ. Минск, «Бизнессофсет», 2013.–75с.
13. С.Л. Петухов, В.Н. Поседко, Ю.М. Дмитриев, Е.В. Кравец. Оценка точности вычислений по данным выборки. МУ № 2761
14. Петухов С.Л., Дмитриев Ю.М., Кравец Е.В. Проверка гипотез о законе распределения. Критерий Пирсона. МУ № 2693
15. Балашов В.Н. Анализ точности обработки с помощью законов распределения, МУ №739
16. Кравец Е.В., Петухов С.Л., Дмитриев Ю.М. Эмпирические функции распределения. МУ № 2359
17. Кравец Е.В., Петухов С.Л. Линейное и динамическое программирование. МУ 2241
18. Петухов С.Л., Поседко В.Н., Дмитриев Ю.М., Кравец Е.В. Построение доверительных интервалов. МУ № 2705

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента: Учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 118 с. [Электронный ресурс]: http://miel.tusur.ru/files/method/Muhachev%20-%20PiORE(theory).pdf
2. Вайнштейн М.З. Планирование научных исследований и обработка результатов эксперимента: учебное пособие/ Вайнштейн М.З., Вайнштейн В.М., Кононова О.В. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2011. – 216 с. Электронный ресурс]: http://www.twirpx.com/file/1610972/
3. Новиков А.М. Методология научного исследования: учебное пособие / Новиков А.М., Новиков Д.А. – М.: Либроком, 2010. – 280 с. [Электронный ресурс]: http://www.anovikov.ru/books/mni.pdf [Электронный ресурс]: **http://www.studfiles.ru/preview/1722350/**
4. Румшиский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: «Наука», 1971. – 192 с. [Электронный ресурс]: http://www.twirpx.com/file/168432/
5. Липчиу Н.В. Методология научного исследования: учебное пособие / Н.В. Липчиу, К.И. Липчиу. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 290 с. [Электронный ресурс]: http://www.studfiles.ru/preview/5059242/ [Электронный ресурс]: http://kubsau.ru/upload/iblock/d7a/d7a92edf8a3247f2aafc68b6154e1384.pdf
6. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: «Наука», 2010. – 340 с. [Электронный ресурс]: http://www.twirpx.com/file/1898590/

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

Название ЭОР	
Основы математического моделирования технологических процессов	Планируется к разработке.

Разработанный ЭОР будет включать тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. MS Excel
   MedSteel: Между прочим Excel не так уж и плох, особенно когда дело касается элементарных статистик.
   Методические указания по математической обработке результатов исследования с использованием табличного процессора EXCEL
   Ссылка для загрузки https://dl.dropbox.com/u/10681053/aspirantura/excel.zip - 193 кб
2. SPSS (PASW)
   Сайт: http://spss.ru/ Программное обеспечение PASW Statistics (ранее SPSS Statistics) позволяет решать бизнес- и исследовательские задачи. Используя PASW Statistics, Вы сможете эффективно анализировать информацию, наглядно представлять результаты в виде таблиц и диаграмм, а также, распространять и внедрять полученные результаты.
3. Statistica
   Сайт: http://www.statsoft.ru/ Краткая информация о возможностях и назначении Программ семейства: http://www.statsoft.ru/home/products/default.htm

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. www.wikipedia.ru – свободная энциклопедия;
2. www.znanium.com - ЭБС «ZNANIUM.COM»;
3. www.biblio-online.ru - ЭБС «ЮРАЙТ»;
4. www.prlib.ru - Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина;
5. www.cyberleninka.ru - Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»;
6. polpred.com - ЭБС «Polpred»
7. e.LIBRARY.ru - Научная электронная библиотека;
8. www.biblioclub.ru - ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;
9. www.e.lanbook.com - ЭБС «Издательства Лань»

5. Материально-техническое обеспечение

Лабораторные занятия проводятся в специализированных аудиториях и лабораториях кафедры «Технологии и оборудование машиностроения», оснащенных компьютерной и мультимедийной техникой, позволяющей демонстрировать материалы, видео материалы; современное оборудование; используются раздаточные материалы, иллюстрирующие материал рассматриваемого курса.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Основы математического моделирования технологических процессов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала 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:

-подготовка к выполнению лабораторных работ;

- разбор конкретных ситуаций, просмотра видеоматериалов по определенным темам, их последующий анализ и обсуждение;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме письменного тестирования;
- проведение лабораторных занятий с привязкой темы занятий к решению конкретных задач освоения дисциплины;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- более углубленное изучение материала по рекомендуемой преподавателем литературе;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по планированию и обработке результатов экспериментальных исследований.

Наиболее широко эти формы обучения используются при проведении практических занятий с привязкой темы занятий к решению конкретных задач освоения дисциплины.

В рамках учебного курса предусматривается посещение международных выставок: «Машиностроение», «Сборка», «Станкостроение» и т.д.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20% аудиторных занятий.

Образовательные технологии

Возможно проведение части занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).

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

Основное внимание при изучении дисциплины «Основы математического моделирования технологических процессов» следует уделять изучению основных понятий

в области статистического управления качеством технологических операций и процессов на базе математического аппарата планирования и организации эксперимента.

При подготовке и проведении лабораторных занятий необходимо акцентировать внимание на теоретических основах моделирования систем, подробно рассмотреть алгоритм статистического моделирования.

При проведении лабораторных занятий необходимо обращать внимание студентов на теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины.

Для активизации учебного процесса эффективно применение презентаций по различным темам изучаемой дисциплины. Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения практических работ.

Текущий контроль производится по вопросам, промежуточная аттестация - зачет.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий.

Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов планирования и обработки результатов научных экспериментов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины. Формирование навыков подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований в области машиностроения.

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.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- выполнение домашних заданий по решению типовых задач и упражнений;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, студенческих конференциях.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;

- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- 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;
- рефлексия;
- презентация работы.

В раздел «Самостоятельная работа студентов» включается работа по написанию студентами рефератов по изучаемым темам и их последующая защита.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
7.3. Оценочные средства
7.3.1. Текущий контроль
7.3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 1

Тематический план содержания дисциплины «Основы математического моделирования технологических процессов»
по направлению подготовки
15.03.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки

Высокоэффективные технологические процессы и оборудование

Форма обучения: Очная

(Бакалавр)

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час		
		Всего	Аудиторная работа	Самостоятельная работа

			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	Введение в дисциплину. Основные термины и определения	4	2				2
2.	Основные этапы построение структурной математической модели	4	2				2
3.	Методология статистического моделирования	4	2				2
4.	Статистическая оценка параметров объекта моделирования	4	2				2
5.	Проверка статистических гипотез	4	2				2
6.	Основные распределения случайных величин	4	2				2
7.	Модели микроуровня и макроуровня	4	2				2
8.	Применение аналитических и численных методов при моделировании	4	2				2
9.	Модели метауровня	4	2				2
10.	Основы регрессионного анализа	4	2				2
11.	Алгоритм построения регрессионной математической модели	4	2				2
12.	Планы для изучения поверхности отклика. Критерии оптимальности планов	4	2				2
13.	Основы дисперсионного анализа	4	2				2
14.	Оценка корректности подбора модели	4	2				2
15.	Решение задач оптимизации методами линейного и нелинейного программирования	4	2				2
16.	Основы корреляционного анализа	4	2				2
17.	Имитационное моделирование в решении инженерных задач	4	2				2

18.	Повышение достоверности прогноза формирования параметров качества продукции машиностроения	4	2				2
19.	Построение математической модели формирования отклонений действительных размеров детали с использованием специально подобранных законов распределения	8			4		4
20.	Построение математической модели формирования отклонений формы и взаимного положения поверхностей детали с использованием специально подобранных законов распределения	8			4		4
21.	Статистическое моделирование технологических операций	8			4		4
22.	Составление структурной модели технологического процесса	8			4		4
23.	Анализ модели технологического процесса	8			4		4
24.	Построение модели объекта на базе регрессионного анализа	8			4		4
25.	Проверка статистических гипотез	8					4
26.	Моделирование инженерных задач на базе теории статистических выводов	8			4		4
27.	Оценка корректности построения математической модели	8			4		4
	Итого	144	36		36		72

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.01 «Машиностроение»

Профиль «**Высокоэффективные технологические процессы и оборудование**»

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: Очная, заочная

Типы профессиональной деятельности (в соответствии с ФГОС ВО):

производственно-технологический, научно-исследовательский.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Основы математического моделирования технологических процессов»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств

Составитель:

к.т.н., доц. Петухов С.Л.

Москва, 2024 год

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Комплект контрольно-оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины «Основы математического моделирования технологических процессов» основной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Высокоэффективные технологические процессы и оборудование».

В результате контроля и оценки по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих компетенций (таблица 1).

Таблица 1

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. Знает основные принципы работы современных информационных технологий, применяемые при решении задач профессиональной деятельности ИОПК-4.2. Умеет применять современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности ИОПК-4.3. Владеет навыками использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ
2.	Тестирование, (Т)	Средство контроля, организованное как тестирование на портале https://lms.mospolytech.ru рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Примеры тестовых вопросов
3.	Устный опрос	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Вопросы к зачету

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы математического моделирования технологических процессов» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные работы). Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные работы	Оформленные отчеты лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.

Шкала оценивания	Описание
Зачет	Студент представил письменные отчеты по каждой из правильно выполненных лабораторных работ

Незачет	Студент не представил письменные отчеты по каждой из правильно выполненных практических работ

Форма промежуточной аттестации: зачет

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям (возможно неполное), 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.
Незачет	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- реферат
- промежуточная аттестация.

7.3.1 Текущий контроль

Перечень контрольных вопросов для проверки текущих знаний студентов по освоению дисциплины «Основы математического моделирования технологических процессов»:

1. Что понимается под объектом моделирования
2. Понятие технологического обеспечения качества
3. Что такое математическая модель
4. Понятие статистической модели
5. Классификация математических моделей

6. Основные этапы моделирования систем
7. Что понимают под структурно-параметрическим описанием объекта моделирования
8. Приведите пример структурной модели процесса
9. Опишите методы активного и пассивного эксперимента.
10. Классификация и кодирование изделий и их элементов
11. Эмпирические функции распределения
12. Дискретные и непрерывные распределения
13. Регрессионная математическая модель процесса
14. Ортогональные планы второго порядка
15. Ротатабельные планы второго порядка
16. Дробные реплики
17. Модели каких процессов описываются дифференциальными уравнениями
18. Сформулируйте, в чем заключается задача регрессионного анализа
19. Назовите числовые характеристики случайной величины
20. Выделение существенных факторов
21. Интерпретация результатов моделирования
22. Точечное и интервальное оценивание
23. Метод наименьших квадратов
24. Проверка гипотезы о законе распределения случайной величины
25. Что такое корреляция
26. Как строится линия регрессии
27. Построение модели гидравлической системы на микроуровне
28. Построение модели механической системы на микроуровне
29. Моделирование силового взаимодействия в зоне резания
30. Динамическая модель технического объекта
31. Понятие имитационной модели
32. Требования к имитационной модели
33. Проверка гипотезы случайности выборки
34. Статистический способ принятия решений
35. Методы генерирования вариантов технологических комплексов
36. Методы поиска оптимума функции
37. Линейное программирование
38. Вероятностный способ принятия решений
39. Динамическое программирование
40. Вероятностно-статистический способ принятия решений
41. Проверка качества подбора модели
42. Методика выполнения дисперсионного анализа
43. Анализ чувствительности математическое модели
44. Пример задачи имитационного моделирования
45. Планы для подбора модели первого порядка
46. Сформулируйте общую задачу оптимизации.
47. Мощность дисперсионного анализа
48. Модель постоянных эффектов
49. Приведите примеры моделирования систем на микроуровне
50. Приведите примеры моделирования систем на макроуровне
51. Приведите примеры оптимизационных задач из практики
52. Приведите примеры моделирования систем на метауровне
53. Расчет коэффициентов регрессии
54. Модель случайных эффектов
55. Преимущества и недостатки математического моделирования

56. Проверка равенства нескольких дисперсий
57. Что такое структурная оптимизация
58. Статистические оценки и их свойства
59. Построение доверительного интервала
60. Проверка адекватности модели

Примерные темы рефератов по дисциплине «Основы математического моделирования технологических процессов»:

Математическое моделирование – основа непрерывного улучшения качества продукции (ОПК-2)
Статистическое моделирование процессов в машиностроении
Априорное моделирование
Структурные математические модели – инструмент повышения эффективности технологической подготовки производства
Теоретические основы статистического моделирования систем
Динамическое программирование
Теоретические основы использования статистических методов в инженерной практике
Пути повышения достоверности прогноза точности обработки
Регрессионный анализ как инструмент построения математической модели процесса
Моделирование механических систем на микроуровне
Дисперсионный анализ – основополагающий метод теории статистических выводов
Ковариационный анализ
Линейное программирование
Динамическая модель технического объекта на макроуровне
Чувствительность математических моделей
Моделирование показателей точности систем

7.3.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации: зачет

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

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.

Перечень вопросов к зачету

1. Классификация математических моделей
2. Алгоритм построения структурной математической модели
3. Дискретные и непрерывные случайные величины
4. Линейное программирование. Пример задачи о планировании производства
5. Моделирование технологической операции на примере круглого врезного шлифования
6. Динамическое программирование
7. Оценка адекватности модели
8. Числовые характеристики случайной величины
9. Логарифмически-нормальное распределение

10. Дифференциальная функция закона нормального распределения и ее свойства
11. Интегральная функция закона нормального распределения и ее свойства
12. Регрессионные математические модели
13. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода
14. Преимущества и недостатки математического моделирования
15. Статистические оценки: состоятельные, смещенные (несмещенные), эффективные
16. Планы для подбора математической модели второго порядка
17. Математические модели метауровня. Анализ работы агрегата
18. Математические модели метауровня. Анализ работы системы
19. Основы теории принятия решений
20. Методика выполнения дисперсионного анализа
21. Корреляционный анализ
22. Модели постоянных и случайных эффектов
23. Алгоритм построения регрессионной математической модели процесса
24. Выбор оптимального маршрута обработки поверхностей на основе теории графов
25. Построение доверительного интервала
26. Системный подход к формированию имитационной модели
27. Выбор способа имитации рассматриваемой ситуации
28. Модель механической системы на микроуровне
29. Способы построения теоретических моделей
30. Динамическая модель технического объекта на макроуровне
31. Моделирование силового взаимодействия в зоне резания металла
32. Точность вычислительного эксперимента
33. Численное интегрирование. Метод трапеций
34. Численное интегрирование. Метод прямоугольников
35. Анализ точности обработки с помощью кривых нормального распределения
36. Проверка гипотезы случайности выборки
37. χ^2 – распределение
38. Проверка гипотезы нормальности распределения
39. Анализ чувствительности математической модели
40. Мощность дисперсионного анализа
41. Модели постоянных и случайных эффектов
42. Основные понятия теории графов. Маршруты, цепи, пути, циклы
43. Операции над графами. Связность графа
44. Построение доверительного интервала для дисперсии
45. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения
46. Виды процессов, описываемые моделями метауровня
47. Методы нелинейного программирования в технологических задачах
48. Дисперсионный анализ по одному фактору
49. F – распределение
50. Расчет коэффициентов регрессионной модели