Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.05.2024 15:23:50
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 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Математическая обработка результатов экспериментов»

Направление подготовки
**15.04.01 «Машиностроение»**

Образовательная программа (профиль подготовки)
**«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»**

Квалификация (степень) выпускника
**Магистр**

Форма обучения
**Очная**

Москва, 2024 г.

**Разработчик(и):**
Доцент, к.т.н., доцент  /С.Л. Петухов/

**Согласовано:**
И.о. заведующего кафедрой
«Технологии и оборудование машиностроения»
доцент, к.т.н.  / А.В. Александров/

# Содержание


1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
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 ..... 7
   - 4.2. Основная литература ..... 8
   - 4.3. Дополнительная литература ..... 8
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ..... 8
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 9
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 9
5. Материально-техническое обеспечение ..... 10
6. Методические рекомендации ..... 11
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
7. Фонд оценочных средств ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ..... 16
   - 7.3. Оценочные средства ..... 17

Приложение А - Тематический план содержания дисциплины ..... 23

## 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 выполнения экспериментальных исследований и обработки результатов эксперимента для обеспечения высокоэффективного функционирования технологических процессов сварочных и механообрабатывающих производств, позволяющих осуществлять профессиональную проектно-конструкторскую и научно-исследовательскую деятельность. Для достижения этой цели при обучении студентов дисциплине «Математическая обработка результатов экспериментов» изучаются современные проблемы и перспективы повышения эффективности решения исследовательских задач в рамках будущей профессии в соответствии с профилем «Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения».

Выпускник, освоивший программу магистратуры готов решать следующие профессиональные задачи:

- формулировать цели и задачи исследования, выбирать приоритеты решения задач;
- участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля;
- подготавливать научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения;
- участвовать в организации, планировании и проведении исследовательских работ, используя математические методы теории планирования эксперимента;
- обрабатывать результаты экспериментальных исследований, используя методы статистической обработки информации;
- строить модели объектов исследования по результатам эксперимента;
- проводить мониторинг процесса формирования рассматриваемого параметра качества, анализ причин возникновения брака и участвовать в разработке технико-технологических мероприятий по его устранению и предупреждению;
- формирование умений и навыков по данному направлению подготовки;
- участие в проведении практических занятий

Обучение по дисциплине «Математическая обработка результатов экспериментов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** |
|---|---|
| ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования | ИОПК-1.1. Методологию планирования научных экспериментов<br>ИОПК-1.2. Формулировать цели и задачи исследования<br>ИОПК-1.3. Методами статистической обработки результатов эксперимента |
| ОПК-9 Способен подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения | ИОПК-9.1. Методические основы подготовки научно-технических отчетов<br>ИОПК-9.2. Подготавливать отчеты и другие материалы по результатам выполненных исследований<br>ИОПК-9.3. Навыками представления результатов выполненных исследований |

**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: «Стандартизация, унификация и управление качеством», «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении», «Научные критерии выбора и методы исследования материалов». Б.1.2.

Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Для обязательного изучения: «Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении», «Технология и автоматизация производства», «Роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве».

Элективные дисциплины №1 … 5: «Комплексные технологические процессы».

*Дается описание междисциплинарных связей с обеспечивающими и последующими дисциплинами и практиками.*

**3. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет _4_ зачетных(е) единиц(ы) (_144__ часа).

**3.1 Виды учебной работы и трудоемкость**

(по формам обучения)

**3.1.1. Очная форма обучения**

| п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | **3** | |
| | **Аудиторные занятия** | 36 | 36 | |
| | В том числе: | | | |
| 1 | Лекции | | 18 | |
| 2 | Семинарские/практические занятия | | 18 | |
| 3 | Лабораторные занятия | | - | |
| | **Самостоятельная работа** | | 108 | |
| | В том числе: | | | |
| 1 | … Подготовка и защита лабораторных работ | | | |
| 2 | Самостоятельное изучение | | | |
| | | | | |
| | **Промежуточная аттестация** | | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | Зачет | |
| | **Итого** | 36 | 144 | |

**3.2 Тематический план изучения дисциплины**

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

**3.3 Содержание дисциплины**

**Занятия лекционного типа.**

**Раздел 1. Планирование экстремальных экспериментов**

Предмет, цели и задачи дисциплины. Информирование студентов о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках ее проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля.

Структура курса, его место и роль в подготовке магистра, связь с другими дисциплинами. Краткая историческая справка об этапах развития отечественной науки по вопросам теории и практики научного эксперимента.

Цели моделирования. Предметное и абстрактное моделирование. Погрешность модели. Преимущества и недостатки математического моделирования. Виды математических моделей.

**Раздел 2. Основные понятия и определения**

Назначение и виды эксперимента. Принципы планирования эксперимента. Факторы, требования, предъявляемые к факторам. Функция отклика. Требования к объектам исследования. Виды параметров оптимизации. Методика учета нескольких выходных параметров.

**Раздел 3. Основные этапы планирования экспериментальных исследований**

Выбор модели. Допущения свойств модели. Геометрическая интерпретация функции отклика. Методы поиска оптимума функции. Факторные эксперименты. Методы выделения существенных факторов. Полный факторный эксперимент. Выбор основного уровня и интервалов варьирования. Свойства полного факторного эксперимента. Оценка коэффициентов модели.

**Раздел 4. Теоретические и методологические основы дробного факторного эксперимента. Рандомизированные блоки**

Теоретические основы дробного факторного эксперимента. Правило минимизации числа опытов. Дробные реплики. Генерирующее соотношение. Определяющий контраст. Реплики большой дробности. Рандомизированное полноблочное планирование. Построение планов второго порядка.

Утверждение темы реферата.

**Раздел 5. Планы для подбора модели первого и второго порядка. Интерпретация результатов моделирования**

Последовательное планирование эксперимента.

Планы для подбора модели второго порядка. Центральные композиционные планы. Ортогональные планы второго порядка.

Ротатабельное планирование второго порядка. Алгоритмы принятия решений в случаях, когда модель адекватна и модель неадекватна. Крутое восхождение по поверхности отклика.

**Раздел 6. Примеры планов эксперимента. Критерии оптимальности планов**

Оценивание недостающих данных. Неполноблочные планы. Сбалансированные неполноблочные планы. Частично сбалансированные неполноблочные планы. Решетчатые планы. Гнездовые планы. Критерии оптимальности планов.

**Раздел 7. Основы обработки статистических данных**

Теоретические основы статистических методов. Непрерывные и дискретные случайные величины. Нормальное распределение. Числовые характеристики случайной величины. Статистические оценки и их свойства. Отсев грубых погрешностей.

**Раздел 8. Проверка статистических гипотез**

Распределения, лежащие в основе статистических критериев. Оценка точности вычислений по данным выборки. Построение доверительных интервалов. Проверка статистических гипотез, Проверка гипотезы о законе распределения. Основы ковариационного анализа.

**Раздел 9. Планирование эксперимента - основа построения статистических моделей процесса**

Основные цели моделирования. Предметное и абстрактное моделирование. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Алгоритм статистического моделирования. Пример решения задачи статистического моделирования операции электроэрозионной обработки.

### 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

#### 3.4.1. Семинарские/практические занятия

1. Определение коэффициентов регрессии статистической модели
2. Анализ результатов экспериментальных исследований с использованием закона нормального распределения
3. Анализ результатов экспериментальных исследований с использованием закона существенно положительных величин
4. Оценка значимости коэффициентов регрессии математической модели
5. Оценка точности вычислений параметров закона распределения
6. Проверка гипотезы случайности выборки
7. Проверка гипотезы нормальности распределения
8. Проверка гипотез о равенстве двух выборочных средних и дисперсий
9. Статистическое моделирование технологических операций

#### 3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы не предусмотрены.

### 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.Берикашвили В.Ш., Оськин С.П. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и математическое описание случайных процессов. М.: МГОУ. 2013

2. Кожухар В.М. Планирование научных исследований и обработка результатов эксперимента: учебное пособие / В.М. Кожухар. - М. Издательско-торговая корпорация «Дашков и К». 2010. – 201 с.

3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юрайт, 2023, 479 с.

### 4.3. Дополнительная литература

1. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. – Юрайт, 2023, 495 с.

2. Брюховец А.А., Вячеславова О.Ф., Грибанов Д.Д. и др. под общ. Ред. С.А. Зайцева. Метрология. Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ФОРУМ, 2011. – 464 с.

3. Степнов М.Н., Шаврин А.В. Статистические методы обработки результатов статистических испытаний. М.: Машиностроение, 2005 –400с.

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. Петухов С.Л., Поседко В.Н., Дмитриев Ю.М., Кравец Е.В.Оценка точности вычислений по данным выборки. МУ № 2761

6. Петухов С.Л., Поседко В.Н., Дмитриев Ю.М., Кравец Е.В. Построение доверительных интервалов. МУ № 2705

7. Балашов В.Н. Анализ точности обработки с помощью законов распределения, МУ №739

8. Петухов С.Л., Дмитриев Ю.М., Кравец Е.В. Проверка гипотез о законе распределения. Критерий Пирсона. МУ № 2693

### 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 |
|---|---|
| Математическая обработка результатов эксперимента | https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=12475. |

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

(elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

**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**

**Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:**

| № | Наименование | Ссылка на ресурс | Доступность |
|---|---|---|---|
| **Информационно-справочные системы** | | | |
| 1 | Stack Overflow | https://stackoverflow.com/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 2 | Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http:// www.consultant.ru | Доступно |
| 3 | БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт» | http://www.kodeks.ru | Доступно |
| **Электронно-библиотечные системы** | | | |
| 4 | Лань | https://e.lanbook.com/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 5 | ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» | http://e.lanbook.com | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 6 | IPR Books | https://www.iprbookshop.ru/ | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 7 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн | www.biblioclub.ru | Доступна в сети Интернет без ограничений |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 | ЭБС «ZNANIUM.COM» | www.znanium.com | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 9 | ЭБС «ЮРАЙТ» | www.biblio-online.ru | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 10 | «Библиотека. Электронные ресурсы» | http://lib.mospolytech.ru/lib/content/elektronnyy-katalog | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| 11 | «Библиотека. Электронно-библиотечные системы» | http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| **Профессиональные базы данных** | | | |
| 12 | База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | http://www.elibrary.ru | Доступно |
| 13 | Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных | http://webofscience.com | Доступно |
| 14 | База данных «Knovel» | http://www.knovel.com | Доступно |
| 15 | Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus» | http://www/scopus.com | Доступно |

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

Практические 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 «Методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач» 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.

Основное внимание при изучении дисциплины «Математическая обработка результатов эксперимента» 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 практических занятий необходимо акцентировать внимание на теоретических основах моделирования систем, подробно рассмотреть алгоритм статистического моделирования.

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

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам практических занятий. 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.

### 6.1. 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 семинарскому занятию** 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 семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского 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 семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. 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.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

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

6.2.3. 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.

6.2.4. 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 семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

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 самостоятельной работы или защита лабораторной работы.

**7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 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 к РПД*

**ФОНД**
**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
**«Математическая обработка результатов эксперимента»**
Направление подготовки
**15.04.01 «Машиностроение»**
Образовательная программа (профиль подготовки)
**«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»**

**7. Фонд оценочных средств**

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, реферат, семинары/практические работы, зачет.

Обучение по дисциплине «Методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** |
|---|---|
| ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования | ИОПК-1.1. Методологию планирования научных экспериментов<br>ИОПК-1.2. Формулировать цели и задачи исследования<br>ИОПК-1.3. Методами статистической обработки результатов эксперимента |
| ОПК-9 Способен подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения | ИОПК-9.1**.** Методические основы подготовки научно-технических отчетов<br>ИОПК-9.2. Подготавливать отчеты и другие материалы по результатам выполненных исследований<br>ИОПК-9.3. Навыками представления результатов выполненных исследований |

**7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|---|
| 1 | Планирование экстремальных экспериментов. Основные понятия и определения | ОПК-1 | Обсуждение – круглый стол |
| 2 | Основные этапы планирования экспериментальных исследований | ОПК-1 | Контрольные вопросы. |
| 3 | Теоретические и методологические основы дробного факторного экспе- | ОПК-1 | Кейс-задача (отчет в форме ЭССЕ или презентация работы с докладом) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | римента. Рандомизированные блоки | | |
| 4 | Анализ результатов экспериментальных исследований с использованием закона нормального распределения | ОПК -9 | Кейс-задача (отчет в форме ЭССЕ или презентация работы с докладом) |
| 5 | Определение коэффициентов регрессии статистической модели | ОПК-9 | Кейс-задача (отчет в форме ЭССЕ или презентация работы с докладом) |
| 6 | Анализ результатов экспериментальных исследований с использованием закона существенно положительных величин | ОПК-9 | Кейс-задача (отчет в форме ЭССЕ или презентация работы с докладом) |
| 7 | Оценка значимости коэффициентов регрессии математической модели | ОПК-9 | Ролевая игра , Обсуждение - круглый стол |
| 8 | Оценка точности вычисления параметров закона распределения | ОПК-9 | Ролевая игра , Обсуждение - круглый стол |
| 9 | Проверка гипотезы случайности выборки | ОПК-9 | Кейс-задача (отчет в форме ЭССЕ или презентация работы с докладом) |
| 10 | Проверка гипотез о равенстве двух выборочных средних и дисперсий | ОПК-9 | Ролевая игра , Обсуждение - круглый стол |
| 11 | Статистическое моделирование технологических операций | ОПК-9 | Ролевая игра , Обсуждение - круглый стол |

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Устный опрос (З -Зачет) | Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвое- | Комплект вопросов для аттестации студентов |
| 2 | Презентация (ПР) | Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов подготовленных в выбранной программе | Темы презентаций |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | ЭССЕ и 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 ЭССЕ или Реферата |

### 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».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач» (выполнили эссе по предложенной тематике, подготовили презентацию и выступили с докладом на изучаемую тему.)

| **Шкала оценивания** | **Критерии оценивания** |
|---|---|
| Зачтено | 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. |
| Незачтено | 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. |

**Шкала оценивания реферата и ее описание**

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|
| Зачет | Студент представил реферат, охарактеризовал суть проблемы, методы и средства ее решения, а также собственные взгляды на проблему |
| Незачет | Студент не представил реферат или не смог пояснить суть рассматриваемой проблемы |

**Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание**
**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|
| Зачтено | 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 | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**7.3. 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 обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

| Вид работы* | Форма отчетности и текущего контроля |
|---|---|
| Презентация (ПР) | Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов подготовленных в выбранной программе |
| ЭССЕ и 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 |

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

Перечень контрольных вопросов для проверки текущих знаний студентов по освоению дисциплины «Математическая обработка результатов экспериментов»:

1. Основные принципы планирования эксперимента
2. Преимущества факторных экспериментов
3. Основные этапы проведения эксперимента
4. Понятие метрологического обеспечения качества
5. Научный и промышленный эксперимент
6. Многофакторные эксперименты
7. Простые сравнительные эксперименты
8. Виды параметров оптимизации
9. Требования, предъявляемые к параметрам оптимизации
10. Генеральная совокупность и выборка
11. Реализация случайности выборки
12. Дифференциальная функция закона нормального распределения и ее свойства
13. Интегральная функция закона нормального распределения и ее свойства
14. Погрешности. Виды погрешностей
15. Определение объема выборки
16. Методика построения эмпирической кривой распределения
17. Допущения, принимаемые при построении модели
18. Вероятностные характеристики случайной величины
19. Пассивный и активный эксперимент
20. Виды математических моделей
21. Требования, предъявляемые к факторам
22. Предпосылки выбора модели
23. Допущения относительно свойств модели
24. Требования, предъявляемые к модели
25. Регрессионный анализ. Уравнение регрессии
26. Приемы построения матриц планирования эксперимента
27. Отсев грубых погрешностей
28. Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента типа $2^2$
29. Преимущества и недостатки статистического моделирования

30. Ортогональные планы первого порядка
31. Оценка ошибки эксперимента
32. Классификация экспериментальных планов
33. Планы дисперсионного анализа
34. Планы многофакторного анализа
35. Планы изучения поверхности отклика
36. Планы отсеивающего эксперимента
37. Понятие Д-оптимальности плана
38. Понятие А-оптимальности плана
39. Понятие Е-оптимальности плана
40. Понятие G-оптимальности плана
41.Понятие Q-оптимальности плана
42. Статистическая модель рандомизированного полноблочного плана
43. Насыщенные дробные факторные планы
44. Насыщенные экспериментальные планы Плакетта-Бермана
45. Метод случайного баланса
46. Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ)
47. Выбор основного уровня фактора
48. Выбор интервалов варьирования факторов
49. Расчет коэффициентов регрессионной модели
50. Проверка значимости коэффициентов модели
51. Свойства матриц ПФЭ. Условие нормировки
52. Свойства матриц ПФЭ. Симметричность
53. Свойства матриц ПФЭ. Ортогональность
54. Свойства матриц ПФЭ. Ротатабельность
55. Дробные реплики
56. Правило минимизации числа опытов
57. Генерирующее отношение
58. Определяющий контраст
59. Поиск оптимальных условий эксперимента. Метод Гаусса-Зейделя
60. Поиск оптимальных условий эксперимента. Метод крутого восхождения
61. Методика построения центрального композиционного плана
62. Выбор «звездного» плеча центрального композиционного плана
63. Выбор числа опытов в центре центрального композиционного плана
64. Преимущества центрального композиционного планирования
65. Ротатабельное планирование второго порядка
66. Преимущества ротатабельного планирования
67. Методика построения ротатабельного центрального композиционного плана второго порядка
68. Проверка статистических гипотез
69. Виды отклонений взаимного положения поверхностей
70. Полигон и гистограмма частот распределения
71. Построение теоретической кривой распределения
72. Теоретические предпосылки выбора кривой распределения
73. Алгоритм проверки гипотезы принадлежности двух выборок к одной и той же генеральной совокупности
74. Гнездовые планы
75. Способы проверки гипотезы случайности выборки
76. Логарифмически-нормальное распределение.
77. Меры положения
78. Точечные оценки математического ожидания

79. Точечные оценки дисперсии
80. Статистические оценки: состоятельные, смещенные (несмещенные), эффективные
81. Меры рассеяния
82. Ошибки первого и второго рода
83. Уровень значимости
84. Латинские квадраты
85. Греко-латинские квадраты
86. Таблица однофакторного дисперсионного анализа
87. Проверка случайности выборки. Способ длины и числа серий
88. Рандомизированное полноблочное планирование
89. Проверка случайности выборки. Способ последовательных разностей
90. Модель постоянных эффектов
91. Модель случайных эффектов
92. Допущения, лежащие в основе дисперсионного анализа
93. Планы разной разрешающей способности
94. Решетчатые планы
95. Проверка адекватности модели
96. Понятие «чистой» ошибки эксперимента
97. Понятие ошибки неадекватности эксперимента
98. Понятие дисперсии воспроизводимости
99. Интерпретация результатов моделирования
100. Пример исследования влияния основных факторов на функцию отклика

**7.3.2. Темы рефератов**

Примерные темы рефератов по дисциплине «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов»:

- Статистическое моделирование – основа непрерывного улучшения качества продукции (ОПК-1)
- Основные принципы планирования эксперимента (ОПК-1)
- Основные этапы моделирования технологических систем (ОПК-9)
- Основы корреляционного анализа (ОПК-9)
- Преимущества факторных экспериментов (ОПК-1)
- Проверка статистических гипотез (ОПК-1)
- Теоретические основы использования статистических методов в инженерной практике (ОПК-9)
- Пути повышения достоверности прогноза точности обработки (ОПК-1)
- Регрессионный анализ как инструмент построения математической модели процесса (ОПК-1)
- Оценивание недостающих данных (ОПК-9)
- Дисперсионный анализ – основополагающий метод теории статистических выводов (ОПК-1)
- Методика построения доверительных интервалов (ОПК-9)
- Моделирование показателей точности технологического процесса (ОПК-9)
- Методика проверки адекватности модели (ОПК-1)
- Критерии оптимальности планов (ОПК-1)
- Дисперсионный анализ. Модели постоянных и случайных эффектов (ОПК-1)
- Неполноблочные планы (ОПК-1)
- Использование рандомизированного полноблочного планирования в инженерной практике (ОПК-9)
- Ротатабельное планирование второго порядка (ОПК-1)
- Центральные композиционные планы (ОПК-1)

- Методология поверхности отклика второго порядка (ОПК-9)

**7.3.3. Промежуточная аттестация**

По согласованию с заведующем кафедрой профильной кафедры преподаватель вправе осуществлять контроль успеваемости студентов с использованием балльно-рейтинговой системы. Для оценки работы рекомендуется пользоваться следующими критериями.

Посещение каждой лекции (2 часа) - 1 балл.

Посещение семинара (2 часа) 1 балл.

Активная работа на семинарских занятиях (студент приводит примеры, правильно отвечает на вопросы преподавателя, качественно выполняет поставленные задачи, задает вопросы при защите презентаций студентов группы) – до 5 балов

Подготовка доклада и защита перед группой студентов – до 10 баллов

Суммарное количество баллов, которое можно зачислить студентам в процессе обучения до промежуточной аттестации составляет 60 баллов.

Минимальная сумма баллов являющаяся допуском к зачету или экзамену составляет 30 балов.

Максимальная сумма баллов, которую студент может получить на зачете отвечая на контрольные вопросы – 50.

Полученные баллы суммируются. Обозначенные баллы являются максимальными за отлично выполненную работу и могут снижаться при плохом или небрежном варианте исполнения.

Перевод баллов в оценки:

70 баллов – зачтено;

Меньше 70 баллов – не зачтено.

После оценки обучения студентов выстраивается рейтинг студентов в группе по баллам, который передается Руководителю образовательной программы.

**Вопросы для промежуточной аттестации в виде зачета:**

1. Основные принципы планирования эксперимента
2. Факторные эксперименты и их преимущества
3. Основные этапы проведения эксперимента
4. Виды математических моделей
5. Виды эксперимента
6. Виды параметров оптимизации и предъявляемые к ним требования
7. Факторы и предъявляемые к ним требования
8. Методика учета нескольких выходных параметров
9. Выбор модели и принимаемые допущения
10. Геометрическая интерпретация функции отклика
11. Методы поиска оптимума функции. Метод Гаусса-Зейделя
12. Методы поиска оптимума функции. Метод градиента
13. Методы выделения существенных факторов
14. Полный факторный эксперимент
15. Выбор основного уровня факторов и интервалов варьирования
16. Свойства полного факторного эксперимента
17. Построение регрессионной модели на основе полного факторного эксперимента
18. Дробный факторный эксперимент
19. Правило минимизации числа опытов
20. Генерирующее соотношение. Определяющий контраст
21. Планы разной разрешающей способности
22. Рандомизированное полноблочное планирование. Статистическая модель
23. Рандомизированное полноблочное планирование. Проверяемые гипотезы

24. Планы для изучения поверхности отклика
25. Планы для подбора моделей второго порядка
26. Центральные композиционные планы
27. Ортогональные планы второго порядка
28. Ротатабельные планы второго порядка
29. Принятие решения после построения модели
30. Оценивание недостающих данных
31. Неполноблочные планы
32. Решетчатые планы
33. Гнездовые планы
34. Критерии оптимальности планов для оценок коэффициентов модели
35. Критерии оптимальности планов для прогнозирования свойств модели
36. Теоретические основы статистических методов
37. Дифференциальная функция закона нормального распределения и ее свойства
38. Интегральная функция закона нормального распределения и ее свойства
39. Определение объема выборки
40. Методика построения эмпирической кривой распределения
41. Вероятностные характеристики случайной величины
42. Виды погрешностей. Отсев грубых погрешностей
43. Проверка статистических гипотез
44. Проверка гипотезы случайности выборки. Способ последовательных разностей
45. Проверка гипотезы случайности выборки. Способ числа и длины серий
46. Статистические оценки и их свойства
47. Распределения, лежащие в основе статистических критериев
48. Проверка гипотезы нормальности распределения
49. Построение доверительных интервалов
50. Оценка точности вычислений по данным выборки

*Приложение А*

Тематический план содержания дисциплины «Математическая обработка результатов экспериментов»
по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение»
Профиль подготовки
Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения
Форма обучения: очная
Год набора: 2024/2025
(магистр)

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб. | СРС | КСР | КР | КП | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| **Второй семестр** | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Раздел 1. Планирование экстремальных экспериментов | 2 | 1 | 2 | | | 4 | | | | | | | | |
| 2 | Раздел 2. Основные понятия и определения | 2 | 2 | 2 | | | 4 | | | | | | | | |
| 3 | Раздел 3. Основные этапы планирования экспериментальных исследований | 2 | 3 | 2 | | | 10 | | | | | | | | |
| 4 | Раздел 4. Теоретические и методологические основы дробного факторного эксперимента. Рандомизированные блоки | 2 | 4 | 2 | | | 8 | | | | | | | | |
| 5 | Практическое занятие. Определение коэффициентов регрессии статистической модели | 2 | 5 | | 2 | | 4 | | | | | + | | | |
| 6 | Радел 5. Планы для подбора модели первого и второго порядка. Интерпретация результатов моделирования | 2 | 6 | 2 | | | 6 | | | | | + | | | |
| 7 | Раздел 6. Примеры планов эксперимента. Критерии оптимальности планов | 2 | 7 | 2 | | | 8 | | | | | | | | |
| 8 | Раздел 7. Основы обработки статистических данных | 2 | 8 | 2 | | | 12 | | | | | | | | |
| 9 | Практическое занятие. | | 9 | | 2 | | 6 | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Анализ результатов экспериментальных исследований с использованием закона нормального распределения | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Практическое занятие.<br>Анализ результатов экспериментальных исследований с использованием закона существенно положительных величин | 2 | 10 | | 2 | | 4 | | | | | + | | | |
| 11 | Практическое занятие<br>Оценка значимости коэффициентов регрессии математической модели | 2 | 11 | | 2 | | 4 | | | | | + | | | |
| 12 | Практическое занятие.<br>Оценка точности вычисления параметров закона распределения | 2 | 12 | | 2 | | 4 | | | | | + | | | |
| 13 | Раздел 8. Проверка статистических гипотез | 2 | 13 | 2 | | | 8 | | | | | | | | |
| 14 | Практическое занятие.<br>Проверка гипотезы случайности выборки | 2 | 14 | | 2 | | 4 | | | | | + | | | |
| 15 | Практическое занятие.<br>Проверка гипотезы нормальности распределения | 2 | 15 | | 2 | | 2 | | | | | + | | | |
| 16 | Практическое занятие.<br>Проверка гипотез о равенстве двух выборочных средних и дисперсий | 2 | 16 | | 2 | | 4 | | | | | + | | | |
| 17 | Раздел 9. Планирование эксперимента – основа построения статистических моделей процесса | 2 | 17 | 2 | | | 8 | | | | | + | | | |
| 18 | Практическое занятие<br>Статистическое моделирование технологических операций | 2 | 17 | | | | 8 | | | | | | | | |
| | **Форма аттестации** | | 18-19 | | | | | | | | | Реферат | | | 3 |
| | **Всего часов во втором семестре** | | | 18 | 18 | | 108 | | | | | | | | |