

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 07.09.2023 10:56:02

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
Московский политехнический университет



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

/Е.В.Сафонов

2022г

Рабочая программа дисциплины

**Методы планирования и обработка результатов научных
экспериментов**

Направление подготовки

15.04.01 «Машиностроение»

Профиль:

«Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки»

Квалификация (степень) выпускника

магистр

Форма обучения

очная

Москва 2022

Программа дисциплины **«Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов»** составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение», профиль подготовки **«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»**.

Программу составили:



доц., к.т.н. Петухов С.Л.

Программа дисциплины **«Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов»** по направлению подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» утверждена на заседании кафедры **«Технологии и оборудование машиностроения»**

«29» августа 2022 г., протокол № 1-22/23


Заведующий кафедрой  /доц., к.т.н. Васильев А.Н./
доцент, к.т.н.

Программа согласована с руководителем образовательной программы по специальности **15.04.01 «Машиностроение»** и профилю подготовки **«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»**

_____ /проф., д.т.н. Вартанов М.В./

«12 сентября» 2022 г. 

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии  Васильев А.Н./
доцент, к.т.н.

«13» сентября 2022 г. протокол № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	15.04.01.01/03.2022/ 013
---------------------------------	--------------------------

1. Цели освоения дисциплины

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 машиностроительных производств, позволяющих осуществлять профессиональную производственно-технологическую деятельность. Для достижения этой цели при обучении студентов дисциплине «Методы планирования и обработка результатов научных 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

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры. Связь

дисциплины с другими модулями (дисциплинами) учебного плана

Дисциплина «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов» относится к обязательной части блока Б.1 основной образовательной программы магистратуры, взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Блок Б.1.1 «Обязательная часть»: «Математическое моделирование машин и процессов в машиностроении», «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении»; Б.1.2 «Часть, формируемая участниками образовательных отношений»: «Инновационные технологии машиностроения», «Комплексные технологические процессы»; «Элективные дисциплины»: «Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Приобретение студентами знаний, умений и навыков, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность по разработке планов и методик научных исследований, статистическому управлению качеством технологических операций и процессов в машиностроении с использованием современных технологий проведения исследований на базе математического аппарата планирования эксперимента.

В результате освоения дисциплины «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов» у обучающегося формируются следующие компетенции:

- способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования (ОПК-1);
- способен подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения (ОПК-9).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине:

ОПК-1

Знать:

методологию теории эксперимента;
теоретические основы планирования научных экспериментов
теоретические основы статистического анализа экспериментальных данных

Уметь:

формулировать цели и задачи исследования
выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования;
провести статистическую обработку результатов эксперимента;
применять современные методы исследования

Владеть:

методологией проведения научных исследований
методами анализа экспериментальных данных;
методами построения планов эксперимента;

способностью применения полученных теоретических знаний и практических навыков при проведении экспериментальных исследований.

ОПК-9

Знать:

методические основы подготовки научно-технических отчетов;
теоретические основы теории планирования эксперимента;
методику обработки экспериментальных данных

Уметь:

проводить научные эксперименты и оценивать результаты исследований;
подготавливать обзоры, публикации по результатам выполненных исследований;

построить статистическую модель объекта или процесса по результатам эксперимента;

осуществлять оптимизацию эксперимента

Владеть:

навыками анализа и представления результатов выполненных исследований

методологией планирования эксперимента;

навыками построения регрессионных математических моделей;

методами обработки экспериментальных данных.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов	Се- местр 1	Се- местр 2	Се- местр 3	Се- местр 4
Общая трудоемкость	180 (5 з.е.)			180 (5 з.е.)	
Аудиторные занятия (всего)	32			32	
В том числе:					
-лекции	16			16	
-практические занятия	16			16	
-лабораторные занятия	нет			нет	
Самостоятельная работа	148			148	
Курсовая работа	нет			нет	
Курсовой проект	нет			нет	
Вид промежуточной аттестации	3			3	

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часов (из них 148 часов – самостоятельная работа студентов). Дисциплина читается на втором курсе в третьем семестре.

Структура дисциплины: лекции – 1 час в неделю (16 часов), практические работы – 1 час в неделю (16 часов), форма контроля – зачет.

4.2 Содержание дисциплины

Лекция 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.

Лекция 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

Лекция 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. Построение модели на основе полного факторного эксперимента.

Лекция 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.

Практическое занятие 1 (4 часа).

Определение коэффициентов регрессии статистической модели.

Текущий контроль знаний.

Задания для выполнения практической работы.

Практическое занятие 2 (4 часа).

Оценка значимости коэффициентов регрессии

Задания для выполнения практической работы.

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

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.

Лекция 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.

Лекция 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.

Лекция 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.

Практическое занятие 3 (4 часа). Проверка гипотезы случайности выборки.

Текущий контроль знаний.

Задания для выполнения практической работы

Практическое занятие 4 (4 часа). Оценка точности вычисления параметров закона распределения.

Задания для выполнения практической работы.

Структура и содержание дисциплины «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов» приведены в приложении А.

Практические (семинарские) занятия по разделам дисциплины и их методическое обеспечение - приложение Б.

Аннотация рабочей программы дисциплины – приложение В.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов» и реализация компетентного 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 практических 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 семинарских занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме письменного тестирования;
- проведение практических занятий с привязкой темы занятий к решению конкретных задач освоения дисциплины;
- подготовка к выполнению и защите практических 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. В раздел «Самостоятельная работа студентов» включается работа по написанию студентами рефератов по изучаемым темам и их последующая защита. Примерные темы рефератов приведены в приложении Г.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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);
- промежуточная аттестация.

6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля

6.1.1. Формы проведения контроля

Проверка текущего контроля знаний студентов осуществляется с помощью контрольных вопросов, приведенных в приложении Г.

Проведение текущего контроля знаний студентов проводится на пятой и десятой неделях семестра. Студент письменно отвечает на один вопрос, приведенных в приложении Г, заданный преподавателем. Время для ответа на вопрос не должно превышать 15 мин. Оценка выставляется преподавателем согласно шкале оценивания «зачет», «незачет» и доводится до сведения студентов на следующем занятии.

Студентам, получившим оценку «незачет» или пропустившим

текущий контроль, предлагается пройти проверку текущего контроля заново до промежуточной аттестации.

В период проведения практических занятий рабочей программой предусмотрено выполнение студентами всех работ, представленных в приложении Б и представление студентами письменных отчетов по каждой работе.

Сроки выполнения практических работ:

- Практическая работа «Определение коэффициентов регрессии статистической модели» - 6 неделя
- Практическая работа «Оценка значимости коэффициентов регрессии» - 8 неделя;
- Практическая работа «Проверка статистических гипотез» - 6 неделя;
- Практическая работа «Проверка гипотезы случайности выборки» - 14 неделя;
- Практическая работа «Оценка точности вычисления параметров закона распределения» - 16 неделя;

Работы должны быть оформлены и защищены в ходе проведения практических занятий до промежуточной аттестации. Оценка выставляется преподавателем согласно шкале оценивания «зачет», «незачет» и доводится до сведения студентов. При получении оценки «незачет» работа защищается заново до промежуточной аттестации.

Рабочей программой дисциплины предусмотрена подготовка реферата. Примерные темы рефератов приведены в приложении Г. Студент может подготовить реферат по другой теме, при условии соответствия тематике изучаемого курса, предварительно согласовав ее с преподавателем. Объем реферата должен быть не менее 15 страниц и представлен на электронном и бумажном носителях до промежуточной аттестации. Прямое копирование из литературных источников не допускается. Реферат желательно дополнить презентацией. Объем презентации должен быть не менее 8 слайдов и представлен на электронном и бумажном носителях.

6.1.2. Критерии оценивания результатов

Шкала оценивания текущих знаний студентов и ее описание

Шкала оценивания	Описание
Зачет	Студент правильно ответил на заданный вопрос.
Незачет	Студент привел менее 30% материалов, предполагающих правильный ответ на вопрос или не ответил на вопрос.

Шкала оценивания отчетов по практическим работам и ее описание

Шкала оценивания	Описание
Зачет	Студент представил письменные отчеты по каждой из правильно выполненных практических работ.
Незачет	Студент не представил письменные отчеты по каждой из правильно выполненных практических работ.

Шкала оценивания реферата и ее описание

Шкала оценивания	Описание
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

6.2. Промежуточная аттестация. Организация и порядок проведения

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме, утвержденной учебным планом: в третьем семестре – зачет и в сроки, установленные утвержденным расписанием 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 (пример таблицы):

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические работы (перечень практических работ в приложении Б)	Выполнены практические работы (приложение Б) и оформленные отчеты по каждой из практических работ,

	предусмотренных рабочей программой дисциплины в п 6.1.1 с отметкой преподавателя «зачтено».
Реферат (примерные темы рефератов в приложении Г)	Оформленный реферат на электронном и бумажном носителе с отметкой преподавателя «зачтено».

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

6.2.2. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Шкала оценивания	Описание
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.

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачета приведены в приложении Г.

6.2.3. Организация и проведение промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация – в форме зачета проводится в письменной форме по двум вопросам, предложенным преподавателем, один из которых может включать задачу.

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданный вопрос не более 5 мин.

В ходе проведения промежуточной аттестации (зачет) преподаватель может задавать дополнительные вопросы по материалу дисциплины.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) 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, 2013.

б) дополнительная литература:

1. Мурашенко Д.Д. Планирование и организация эксперимента. – М.: МГУЛ, 2009.
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. 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](http://miel.tusur.ru/files/method/Muhachev%20-%20PiORE(theory).pdf)
6. 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/>
7. 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/>
8. Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: «Наука», 1971. – 192 с.
[Электронный ресурс]: <http://www.twirpx.com/file/168432/>
9. 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>

10. Шкляр М.Ф. Основы научных исследований. Учебное пособие для бакалавров / М.Ф. Шкляр. — 4 е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 244 с.

[Электронный ресурс]: <http://www.studfiles.ru/preview/4022630/>

11. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: «Наука», 2010. – 340 с.

[Электронный ресурс]: <http://www.twirpx.com/file/1898590/>

в) методические указания к практическим работам:

- Петухов С.Л., Поседко В.Н., Дмитриев Ю.М., Кравец Е.В.

Оценка точности вычислений по данным выборки. МУ № 2761

- Петухов С.Л., Поседко В.Н., Дмитриев Ю.М., Кравец Е.В.

Построение доверительных интервалов. МУ № 2705

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

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

г) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. www.wikipedia.ru – свободная энциклопедия;

2. www.znaniium.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».

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

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.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

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.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

Оценивание параметров модели (ОПК-1)

Тактическое планирование (ОПК-1)

Множественная линейная регрессия (ОПК-1)
Исследование уравнения регрессии (ОПК-9)
Методика выделения существенных факторов (ОПК-9)
Проверка качества подбора модели (ОПК-9)
Основы теории статистических выводов (ОПК-1)
Проверка равенства нескольких дисперсий (ОПК-1)
Планы для подбора математических моделей (ОПК-9)
Греко-латинские квадраты (ОПК-1)
Неполноблочные планы. Квадраты Юдена (ОПК-1)
Неполноблочные планы. Решетчатые планы (ОПК-1)
Анализ гнездовых планов (ОПК-9)
Крутое восхождение по поверхности отклика (ОПК-9)

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Теория и практика планирования 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.

11. Приложения

- А. Структура и содержание дисциплины
- Б. Тематика семинарских занятий
- В. Аннотация рабочей программы дисциплины
- Г. Фонд оценочных средств

Приложение А

Структура и содержание дисциплины «Теория и практика научного эксперимента»
по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение»

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	Планирование экстремальных экспериментов	3	1	2			8								
2	Основные понятия и определения	3	2	2			8								
3	Основные этапы планирования экспериментальных исследований	3	3	2			10								
4	Теоретические и методологические основы дробного факторного эксперимента. Рандомизированные блоки	3	4	2			10								
5	Практическое занятие. Определение коэффициентов регрессии статистической модели	3	5		2		6					+			
6	Практическое занятие. Определение коэффициентов регрессии статистической модели	3	6		2		6					+			
7	Практическое занятие. Оценка значимости коэффициентов регрессии математической модели	3	7		2		8					+			
8	Практическое занятие. Оценка значимости коэффициентов регрессии математической модели	3	8		2		8					+			
9	Планы для подбора модели первого и второго порядка.	3	9	2			12					+			
	Примеры планов эксперимента. Критерии	3		2			16					+			

	оптимальности планов														
11	Основы обработки статистических данных	3	11	2			14					+			
12	Проверка статистических гипотез	3	12	2			14					+			
13	Практическое занятие. Проверка гипотезы случайности выборки	3	13		2		6					+			
14	Практическое занятие. Проверка гипотезы случайности выборки	3	14		2		6					+			
15	Практическое занятие. Оценка точности вычисления параметров закона распределения	3	15		2		8					+			
16	Практическое занятие. Оценка точности вычисления параметров закона распределения	3	16		2		8					+			
	Форма аттестации		18- 19									Реферат			3
	Всего часов во втором семестре			16	16		148								

Заведующий кафедрой
«Технологии и оборудование машиностроения»
доцент, к.т.н.

А.Н. Васильев

Тематика семинарских занятий по дисциплине

«Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов»

Направление подготовки **15.04.01 «Машиностроение»**

Профиль подготовки

Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки

(магистр)

Очная форма обучения

№ ^п / _п	Раздел дисциплины	Методическое обеспечение занятий	Количество часов
1	Определение коэффициентов регрессии статистической модели	Информирование студентов о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках ее проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля. Краткий обзор тем практических занятий и рекомендуемая литература. Исходные материалы для выполнения практической работы.	4
2	Оценка значимости коэффициентов регрессии математической модели	Исходные материалы для выполнения практической работы. Методические указания «Построение доверительных интервалов» №2705	4
3	Проверка гипотезы случайности выборки	Исходные материалы для выполнения практической работы. Методические указания «Проверка гипотез о законе распределения. Критерий Пирсона» № 2693	4
4	Оценка точности вычислений параметров закона распределения	Исходные материалы для выполнения практической работы. Методические указания «Оценка точности вычисления по данным выборки» №2761	4

Составитель:

доцент, к.т.н.

С.Л. Петухов

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины
«Методы планирования и обработка результатов научных
экспериментов»**

1. Название, назначение, структура, содержание дисциплины

1	Наименование дисциплины по учебному плану	Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов
2	Направление подготовки	15.04.01 Машиностроение
3	Образовательная программа (профиль подготовки)	Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки
4	Уровень и форма обучения	Магистр, очная
5	Семестр обучения	3
6	Трудоёмкость по уч. плану (з.е.) Всего зачётных единиц Всего часов, из них: Аудиторные занятия, в том числе: - лекции - семинары и практические занятия(П/С)	5 180 часа 32 часа 16 часов 16 часов
7	Виды самостоятельной работы студентов: курсовой проект (КП), курсовая работа (КР), расчётно-графическая работа (РГР), реферат (РФ).	РФ
8	Формы аттестации: экзамен (Э), зачёт (З), другие	3
9	Основные разделы дисциплины: Планирование экстремальных экспериментов Основные этапы планирования экспериментальных исследований Теоретические и методологические основы дробного факторного эксперимента Рандомизированные блоки Планы для подбора модели первого и второго порядка Интерпретация результатов моделирования Примеры планов эксперимента Критерии оптимальности планов Основы обработки статистических данных Проверка статистических гипотез	

2. Требования к начальной подготовке и результатам освоения дисциплины

1	Требования к уровню подготовки к изучению дисциплины:	Уровень знаний магистра
1.1	Наличие специальных компетенций	Не требуется
1.2	Должен знать	<p>Основы теории планирования экспериментальных исследований;</p> <p> типовые технологические процессы обработки поверхностей и деталей машин;</p> <p> основы теории статистической обработки данных;</p> <p> основы методологии проведения исследований;</p>
1.3	Должен уметь	<p>Применять методы планирования экспериментальных исследований для осуществления производственно-технологической деятельности;</p> <p> организовывать проведение экспериментов с предварительным анализом их результатов;</p> <p> использовать методы регрессионного анализа процессов в машиностроении;</p> <p> применять методы статистического моделирования в машиностроении.</p>
1.4	Должен владеть	<p>методами повышения эффективности производства на базе разработки и анализа статистических моделей технологических операций и процессов;</p>

		<p>методами проведения обследования действующих машиностроительных производств и оценки их уровня;</p> <p>методами статистического моделирования и управления точностью обработки и осуществления технического контроля;</p> <p>методами анализа причин возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции и разработки мероприятий по их предупреждению;</p> <p>методами и средствами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов в машиностроении.</p>
2	Результаты освоения дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> - эффективное применение современных методов организации и планирования экспериментальных исследований; - способность формулировать цели и задачи исследования; - выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования; - анализировать и представлять результаты выполненных исследований; - корректная обработка статистического материала, полученного при проведении научного эксперимента; - участие в разработке программ учебной дисциплины на основе

		<p>изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследования;</p> <ul style="list-style-type: none"> - участие в модернизации отдельных практикумов по дисциплине; - участие в проведении практических занятий.
2.1.	Будут сформированы компетенции в соответствии с ФГОС и учебным планом	ОПК-1; ОПК-9
2.2.	Учащийся приобретёт знания и умения:	<p>методологию теории эксперимента;</p> <p>теоретические основы планирования научных экспериментов</p> <p>теоретические основы статистического анализа экспериментальных данных;</p> <p>методические основы подготовки научно-технических отчетов;</p> <p>теоретические основы теории планирования эксперимента;</p> <p>методику обработки экспериментальных данных;</p> <p>формулировать цели и задачи исследования</p> <p>выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования;</p> <p>провести статистическую обработку результатов эксперимента;</p> <p>применять современные методы исследования;</p> <p>проводить научные эксперименты и оценивать результаты исследований;</p> <p>подготавливать обзоры, публикации по результатам</p>

		выполненных исследований; построить статистическую модель объекта или процесса по результатам эксперимента; осуществлять оптимизацию эксперимента
2.3.	Учащийся овладеет навыками:	проведения научных исследований; анализа экспериментальных данных; построения планов эксперимента; применения полученных теоретических знаний и практических навыков при проведении экспериментальных исследований; анализа и представления результатов выполненных исследований; планирования эксперимента; построения регрессионных математических моделей; обработки экспериментальных данных

В результате освоения дисциплины «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов» будут сформированы компетенции ОПК-1; ОПК-9 в соответствии с ФГОС и учебным планом.

3. Составитель(и) программы: доц., к.т.н. Петухов С.Л.

4. Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета " ____ " _____ 2022 года

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

Московский политехнический университет

Направление подготовки
15.04.01 «Машиностроение»

ОП (профиль): «Комплексные высокоэффективные технологии
машиностроения»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр
Форма обучения
Очная

Кафедра: «Технологии и оборудование машиностроения»

ФОНД

ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**Методы планирования и обработка результатов научных
экспериментов**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Приложение 1 ФОС Контрольные вопросы

Приложение 2 ФОС Примерные темы рефератов

Приложение 3 ФОС Вопросы для промежуточной аттестации в виде зачета

Составитель:

к.т.н., доц. Петухов С.Л.

Москва 2022

Таблица 1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение		ОП (профиль): Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки													
Код компетенции	Описание компетенции	Название дисциплины по учебному плану	Семестры изучения дисциплин												
1	2	3	4												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
ОПК-1	- способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования	Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов			*										
ОПК-9	- способность подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения, позволяющие исследовать качество выпускаемых изделий, технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств														

Таблица 2 Паспорт ФОС по дисциплине «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов»

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы	Периодичность	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля

тен- ции		(темы) дисципли- ны по рабочей программе	контроля			
1	2	3	4	5	6	7
ОПК -1	Знания: методология теории эксперимента; теоретические основы планирования научных экспериментов теоретические основы статисти- ческого анализа экспериментальных данных .	Все разделы	ТЕК На каж- дом занятии	Письмен- ные ответы на вопросы для контроля текущих знаний Отчеты по прак- тическим работам Рефераты	П П Р	Конт- рольные вопросы Отчеты Реферат
	Умения: формулировать цели и задачи исследования выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования; провести статистическую обработку результатов эксперимента; применять современные методы исследования	Все разделы	На каж- дом прак- тическом занятии	Отчеты по прак- тическим работам Рефераты	П Р	Отчеты Реферат
	Навыки: проведение научных исследований; анализа экспериментальных данных;	Все разделы	На каж- дом прак- тическом занятии	Отчеты по прак- тическим работам	П	Отчеты

	<p>построения планов эксперимента; способность применения полученных теоретических знаний и практических навыков при проведении экспериментальных исследований.</p>					
ОПК -9	<p>Знания: методические основы подготовки научно-технических отчетов; теоретические основы теории планирования эксперимента; методику обработки экспериментальных данных</p>	Все разделы	ТЕК На каждом занятии	<p>Письменные ответы на вопросы для контроля текущих знаний</p> <p>Отчеты по практическим работам</p> <p>Рефераты</p>	<p>П</p> <p>П</p> <p>Р</p>	<p>Контрольные вопросы</p> <p>Отчеты</p> <p>Реферат</p>
	<p>Умения: проводить научные эксперименты и оценивать результаты исследований; подготавливать обзоры, публикации по результатам выполненных исследований; построить статистическую модель объекта или процесса по результатам эксперимента; осуществлять</p>	Все разделы	На каждом практическом занятии	<p>Отчеты по практическим работам</p> <p>Рефераты</p>	<p>П</p> <p>Р</p>	<p>Отчеты</p> <p>Реферат</p>

	оптимизацию эксперимента					
	Навыки: анализа и представления результатов выполненных исследований; использования методологии планирования эксперимента; построения регрессионных математических моделей; обработки экспериментальных данных	Все разделы	На каждом практическом занятии	Отчеты по практическим работам	П	Отчеты

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Отчеты по практическим работам	Средство проверки знаний и умений, необходимых для решения расчетных задач	Шкала оценивания и процедура применения в п. 6 РП
2.	Контрольные вопросы	Средство контроля знаний, получаемых в ходе освоения дисциплины	Контрольные вопросы представленные в приложении 1 ФОС
3.	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа рассматриваемой темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Примерные темы рефератов представлены в приложении 2 ФОС
4.	Контрольные вопросы	Средство проверки знаний, умений	Контрольные

	для промежуточной аттестации магистров по итогам освоения дисциплины «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов»	навыков	вопросы представлены в приложении 3 ФОС
--	--	---------	---

Перечень контрольных вопросов для проверки текущих знаний студентов по освоению дисциплины «Методы планирования и обработка результатов научных 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

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-2)
- Проверка статистических гипотез (ОПК-1)
- Теоретические основы использования статистических методов в инженерной практике (ОПК-9)
- Пути повышения достоверности прогноза точности обработки ((ОПК-2))
- 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)

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