Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич
Должность: проректор по научной работе
Дата подписания: 01.11.2023 14:16:55
Уникальный программный ключ:
1a3df673e07fcd54440aceed8bb7e29f4817bf0a

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ Е.В. Сафонов
«02» сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические методы статистической обработки экспериментальных данных»

Направление подготовки
22.06.01 Технологии материалов

Направленность (профиль) подготовки
Материаловедение (в машиностроении)

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель - исследователь

Форма обучения
Очная

Москва 2021 г.

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВОпо направлению **22.06.01 «Технологии материалов»** по профилю подготовки **«Материаловедение (в машиностроении)»**

Программу составила:
к.т.н., доцент кафедры «Материаловедение»  /Н.Е. Зорин/

Программа дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» по направлению **22.06.01 «Технологии материалов»** утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»

«19»_____05_____2021 г. протокол № _10_

Заведующий кафедрой, профессор, д.т.н.  /В.В. Овчинников/

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения
Председатель комиссии _____/ А.Н. Васильев/

«02» 09 2021 г. Протокол: 9-21

Присвоен регистрационный номер:	22.06.01. 01/01.2021/ 9

2

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» следует отнести:

– формирование знаний основных сведений математической статистики, овладение методами и практическими навыками обработки результатов экспериментов;

– подготовка аспирантов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой исследователя по направлению, в том числе формирование умений выполнять экспериментальные исследования в лабораторных и промышленных условиях для решения задач материаловедения и технологии материалов.

К **основным задачам**освоения дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных»следует отнести:

– освоение основ организации, планирования и проведения экспериментальных работ;

– получения навыков и умения использовать теоретические положения и современные методы обработки активного эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры.

Дисциплина «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» относится к числу дисциплин по выбору базового цикла (Б1)основной образовательной программы аспирантуры.

«Математические методы статистической обработки экспериментальных данных » взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла (Б1):

- Современные методы исследований и контроля материалов;

В дисциплинах по выбору базового цикла (Б1):

- Математическое моделирование и оптимизация эксперимента;
- Способы оценки структуры и свойств материалов.

Дисциплина служит основой для прохождения практики, подготовки ВКР и успешной научно-исследовательской деятельности на предприятиях.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

ОПК-6	способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий	**знать:** основные и специализированные математические методы проведения расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных **уметь:** использовать компьютерные технологии для проведения расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных **владеть:** навыками использования математических методов для расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных
ОПК-7	способностью и готовностью вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей	**знать**: основы патентного дела, принципы авторского права **уметь:** анализировать, систематизировать и обобщать информацию, включая информацию из глобальных компьютерных сетей **владеть:** основами авторского права, навыками патентной работы
ОПК-8	способностью и готовностью обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады	**знать:** современные методы инженерного и научного анализа результатов эксперимента; **уметь:** осуществлять статистическую обработку результатов эксперимента (оценка воспроизводимости опытов, значимость коэффициентов регрессии, оценка адекватности математической модели) **владеть:** навыками проведения систематизации и анализа полученных результатов эксперимента
ПК-1	владеть основами методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов	**знать:** современные методы математического моделирования и оптимизации эксперимента, инженерного и научного анализа результатов эксперимента; **уметь:** проводить расчет математической модели эксперимента, прогнозировать поведение и

	в них и в технологиях получения, обработки и модификации материалов, некоторыми навыками их использования в исследованиях и расчетах	свойства материалов **владеть:** навыками выбора оптимальной модели эксперимента, методами диагностики и моделирования свойств веществ

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, т.е. **72** академических часа (из них 48 часов – самостоятельная работа студентов).

Все зачетные единицы выделяются на второмкурсе в **четвертом** семестре.

Четвертый семестр: лекции– 12 часов, семинары и практические занятия – 12 часов, форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Введение

Содержание и задачи курса. Теория и эксперимент. Организация, задачи и цели эксперимента. Роль математических методов обработки результатов эксперимента при анализе технических систем, различных технологических процессов и явлении. Связь курса с общетеоретическими и специальными дисциплинами.Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Эксперимент как предмет исследования

Понятие эксперимента. Классификация видов экспериментальных исследований. Случайные величины и параметры их распределения. Ошибки измерений. Классификация ошибок измерения. Грубые ошибки. Систематические ошибки. Случайные ошибки. Распределение случайных ошибок измерения. Вероятностная модель. Нормальный закон распределения. Показатели точности измерения.

Предварительная обработка экспериментальных данных

Средние значения, методы их вычисления. Основные формулы. Вычисление средних. Вычисление средних для интервального ряда данных. Теоретические средние (моменты распределения). Оценки истинного значения измеряемой величины. Типы оценок и их свойства. Точечные оценки. Доверительные оценки при равноточных измерениях. Доверительные оценки при неравноточных измерениях. Необходимое количество измерений. Сравнение средних значений. Сравнение средних при известных дисперсиях. Сравнение средних при неизвестной дисперсии. Проверка гипотезы о равенстве средних значений. Оценки точности измерений. Точечные оценки дисперсии. Проверка гипотезы о равенстве средних значений. Сравнение дисперсий. Сравнение двух дисперсий. Выделение большей дисперсии из многих. Проверка

нормальности распределения. Критерий соответствия χ^2 («хи-квадрат»). Приближенные методы проверки. Логарифмически нормальное распределение. Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивания. Оценивание с помощью доверительного интервала. Статистические гипотезы. Отсев грубых погрешностей. Сравнение двух рядов наблюдений. Критерий согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения. Преобразование распределений к нормальному.

Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости

Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Метод наименьших квадратов. Постановка задачи отыскания параметров. Формулировка метода наименьших квадратов. Отыскание параметров многочленов. Отыскание параметров линейной функции. Отыскание параметров квадратичной функции. Отыскание параметров многочлена. Ортогональные многочлены Чебышева для равноотстоящих точек. Основные формулы. Специальные формулы при нечетном числе точек. Таблицы значений ортогональных многочленов. Приближенные и упрощенные методы отыскания параметров, входящих в эмпирические формулы нелинейно. Метод выравнивания для случая двух параметров. Случай трех параметров. Метод средних и другие приближенные методы. Уточнение параметров. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Определение тесноты связи между случайными величинами. Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.

Оценка погрешностей результатов наблюдений

Оценка погрешностей определения величин функций. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей. Определение наивыгоднейших условий эксперимента.

Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента

Общие замечания. Статистические функции MicrosoftExcel. Краткое описание системы STATISTICA.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины«Математические методы статистической обработки экспериментальных данных » и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятийв сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

– самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием

дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» и в целом по дисциплине составляет 20% аудиторных занятий. Занятия лекционного типасоставляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствием 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.

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы:

- защита практических работ;
- Выполнение тестовых заданий.

6.1.2. Содержание текущего контроля.

Содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 2)".

6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов.

Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе (приложение 1)".

6.2. Промежуточная аттестация. Организация и порядок проведения.

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Форма проведения промежуточной аттестации –экзамен (4 семестр).

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

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

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические работы (перечень практических работ в приложении 1)	Оформленные отчеты практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования	Выполнение тестовых заданий на положительную оценку

*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. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-6 способность и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: основные и специализированные математические методы проведения расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное знание основных и специализированных математических методов проведения расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных	Обучающийся демонстрирует неполноезнание основных и специализированных математических методов проведения расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное знание основных и специализированных математических методов проведения расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует знание основных и специализированных математических методов проведения расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных , свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: использовать компьютерные технологии для проведения расчета исследований и статистическо	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать компьютерные технологии для проведения расчета исследований и	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать компьютерные технологии для проведения	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать компьютерные технологии для проведения	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать компьютерные технологии для проведения расчета

й обработки экспериментальных данных	статистической обработки экспериментальных данных	расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	исследований и статистической обработки экспериментальных данных. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками использования математических методов для расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками использования математических методов для расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных	Обучающийся владеет навыками использования математических методов для расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых	Обучающийся частично владеет навыками использования математических методов для расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками использования математических методов для расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

		ситуациях.		
ОПК-7способность и готовностью вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей				
знать: основы патентного дела, принципы авторского права .	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное знание основ патентного дела, принципов авторского права	Обучающийся демонстрирует неполное знание основ патентного дела, принципов авторского права. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное знание основ патентного дела, принципов авторского права, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное знание основ патентного дела, принципов авторского права, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: анализировать, систематизировать и обобщать информацию, включая информацию из глобальных компьютерных сетей	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать, систематизировать и обобщать информацию, включая информацию из глобальных компьютерных сетей.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: анализировать, систематизировать и обобщать информацию, включая информацию из глобальных компьютерных	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: анализировать, систематизировать и обобщать информацию, включая информацию из глобальных компьютерных	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: анализировать, систематизировать и обобщать информацию, включая информацию из глобальных компьютерных

		сетей. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	сетей. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	сетей .Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: основами авторского права, навыками патентной работы .	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет основами авторского права, навыками патентной работы	Обучающийся владеет основами авторского права, навыками патентной работынеполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет основами авторского права, навыками патентной работы , навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся владеет основами авторского права, навыками патентной работы в полном объеме .

ОПК-8 способность и готовностью обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады				
знать:современн ые методы инженерного и	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие	Обучающийся демонстрирует неполное знание	Обучающийся демонстрирует частичное знание	Обучающийся демонстрирует полное знание

научного анализа результатов эксперимента .	или недостаточное знание современных методов инженерного и научного анализа результатов эксперимента	современных методов инженерного и научного анализа результатов экспериментаДопускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	современных методов инженерного и научного анализа результатов эксперимента, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях	современных методов инженерного и научного анализа результатов эксперимента
уметь: осуществлять статистическую обработку результатов эксперимента	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеетосуществлять статистическую обработку результатов эксперимента	Обучающийся демонстрирует неполное умениеосуществлять статистическую обработку результатов эксперимента. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное умениеосуществлять статистическую обработку результатов эксперимента. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное умениеосуществлять статистическую обработку результатов эксперимента. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть:навыкам и проведения	Обучающийся не владеет или в недостаточной	Обучающийся владеет навыками	Обучающийся частично владеетнавыками	Обучающийсяв полном объемевладеет

систематизации и анализа полученных результатов эксперимента .	степени владеет навыками проведения систематизации и анализа полученных результатов эксперимента	проведения систематизации и анализа полученных результатов экспериментав неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	проведения систематизации и анализа полученных результатов эксперимента, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	навыками проведения систематизации и анализа полученных результатов эксперимента.
ПК-1 владеть основами методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов в них и в технологиях получения, обработки и модификации материалов, некоторыми навыками их использования в исследованиях и расчетах				
знать: современные методы математического моделирования и оптимизации эксперимента, инженерного и научного анализа результатов эксперимента	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное знание современных методовматемати ческого моделирования и оптимизации эксперимента, инженерного и научного анализа результатов эксперимента	Обучающийся демонстрирует неполное знание современных методовматемати ческого моделирования и оптимизации эксперимента, инженерного и научного анализа результатов эксперимента.До пускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду	Обучающийся демонстрирует частичное знание современных методовматемати ческого моделирования и оптимизации эксперимента, инженерного и научного анализа результатов эксперимента, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся демонстрирует полное знание современных методовматемати ческого моделирования и оптимизации эксперимента, инженерного и научного анализа результатов эксперимента

		показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	операциях	
уметь: проводить расчет математической модели эксперимента, прогнозировать поведение и свойства материалов	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеетпроводить расчет математической модели эксперимента, прогнозировать поведение и свойства материалов	Обучающийся демонстрирует неполное умение проводить расчет математической модели эксперимента, прогнозировать поведение и свойства материалов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное умение проводить расчет математической модели эксперимента, прогнозировать поведение и свойства материалов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное умение проводить расчет математической модели эксперимента, прогнозировать поведение и свойства материалов.Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть:навыкам и выбора оптимальной модели эксперимента, методами диагностики и моделирования свойств веществ .	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками выбора оптимальной модели эксперимента, методами диагностики и моделирования свойств веществ	Обучающийся владеет навыками выбора оптимальной модели эксперимента, методами диагностики и моделирования свойств веществнеполном объеме, допускаются	Обучающийся частично владеетнавыками выбора оптимальной модели эксперимента, методами диагностики и моделирования свойств веществ, навыки освоены, но допускаются незначительные	Обучающийсяв полном объемевладеет навыками выбора оптимальной модели эксперимента, методами диагностики и моделирования свойств веществ

		значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации в четвертом семестре: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательным условием подготовки аспиранта к промежуточной аттестации является выполнение всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой по дисциплине «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента»»: выполнили и защитили практические работы, выполнили тестовые задания на положительную оценку

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	*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.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*

Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*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.*

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1.Фаддев М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 122 с. – URL:– http://window.edu.ru/resource/042/74042.

2.Граблев А.Н. Основы метода планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных: учебное пособие для вузов/А.Н.Граблев, Л.Н.Кисиленко, Д.П. Михайлов.-М. МГИУ, 2006- 56 с.

б) дополнительная литература:

1.Теория вероятностей и математическая статистика : учеб.для вузов. Гриф ГУУ /К.В.Балдин, В.Н.Башлыков, А.В.Рукосуев .-2-е изд .-М. :Дашков и К* ,2010.-473с.

2.Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие /В.П.Яковлев .-3-е изд .-М. :Дашков и К* ,2012.-184с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение: Microsoft Office 2013

ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» Издательство «ЛАНЬ» http://e.lanbook.com.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ООО «РУНЭБ» http://elibrary.ru.

Реферативная наукометрическая электронная база Scopus компании Elsevier ООО Эко-вектор http://www.scopus.com Доступ свободный в сети университета.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для лекционных, практических и семинарских занятий №Ав1313: Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор + экран, компьютер. Учебное и лабораторное оборудование: шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).

9.Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами методов статистической обработки экспериментальных данных, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

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

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

- Выбор оптимальной степени многочлена(**ОПК-8**).
- Основные положения теории подбора эмпирических формул и сглаживания (**ОПК-6**).
- Правило выбора оптимальной степени (**ОПК-6**).
- Выбор порядка тригонометрического полинома (**ПК-1**)
- Правило выбора оптимального порядка(**ОПК-6**).
- Сглаживание эмпирических данных(**ОПК-6**).
- Линейное сглаживание (**ПК-1**)
- Нелинейное сглаживание (**ПК-1**)
- Корреляционные зависимости (**ОПК-6**).
- Линейная корреляция (**ОПК-7**).

- Коэффициент корреляции, его вычисление(**ОПК-7**).
- Доверительные оценки коэффициента корреляции (**ОПК-7**).
- Прямые регрессии. Доверительные оценки прямых регрессии(**ОПК-6**).
- Нелинейная корреляция. Корреляционное отношение(**ОПК-7**).
- Численное интегрирование. Правило трапеций, оценка ошибки. Метод Ромберга(**ОПК-6**).
- Интегрирование функций с особенностями (**ОПК-7**).
- Квадратурные формулы Чебышева(**ОПК-6**).
-Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования..(**ПК-3**)
- Выбор оптимального шага численного дифференцирования и оценка ошибки.
- Повторное дифференцирование (**ПК-3**)
- Робастность оценок(**ОПК-6**).
- Метод максимального правдоподобия(**ОПК-6**).
- Метод моментов(**ОПК-6**).
- Точечное оценивание числовых характеристик положения.(**ОПК-8**).
- Точечное оценивание числовых характеристик рассеяния(**ОПК-8**).
- Постановка задачи интервального оценивания(**ОПК-6**).
- Доверительный интервал для математического ожидания нормального распределения(**ОПК-8**).
- Доверительный интервал для среднего квадратического отклонения нормального распределения (**ОПК-8**).
- Доверительный интервал для математического ожидания произвольной генеральной совокупности при большом объеме выборки(**ОПК-8**).

10.Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» следует уделять выработке навыков и умений правильного выбора программной среды проведения численных расчетов различных физических явлений, разбираться в алгоритмах и численных методах, предлагаемых той или иной системой компьютерного моделирования; использовать пакеты прикладных программ для расчета параметров и выбора материалов

Необходимо обращать внимание студентов на различные моделипланирования и проведения теоретических и экспериментальных научных исследований, разработки планов, программ и методикпроведения испытаний материалов. Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и практических работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

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

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных » по направлению подготовки 22.06.01 «Технологии материалов»

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	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.1	Введение	4	1	1			4								
1.2	Эксперимент как предмет исследования	4	1	1			4								
1.3	Предварительная обработка экспериментальных данных	4	1	2			4								
1.4	Определение вида дифференциального закона распределения совокупности случайных величин	4	1		2		4								
1.5	Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости	4	2	2			4								
1.6	Определение корреляционных однофакторных моделей по данным пассивного эксперимента	4	2		4		4								
1.7	Оценка погрешностей результатов наблюдений	4	3	4			4								
1.8	Определение статических корреляционных многофакторных моделей по данным пассивного	4	3		2		4								

	эксперимента														
1.9	**Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента**	**4**	**4**	2			8								
1.10	**Разработка регрессионной однофакторной модели по данным активного эксперимента**	**4**	**4**		4		8								
	Форма аттестации														**Э**
	Всего часов по дисциплине			12	12		48								

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: **22.06.01. «Технологии материалов»**

Направленность (профиль): **«Материаловедение (в машиностроении)»**

Форма обучения: **очная**

Вид профессиональной деятельности:
научно-исследовательская, преподавательская

Кафедра: «Материаловедение»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Математические методы статистической обработки экспериментальных данных»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Экзаменационные билеты
Вопросы к экзамену
Тест

Составители:
доцент, к.т.н. Балькова Т.И.

Москва, 2021год

Таблица 1. Паспорт ФОС по дисциплине «**Математические методы статистической обработки экспериментальных данных»**

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Перио дичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ОПК-6	**Знания:** основные и специализированные математические методы проведения расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
	Умения: использовать компьютерные технологии для проведения расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
	Навыки: использования математических методов для расчета исследований и статистической обработки экспериментальных данных	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
ОПК-7	**Знания:** основы патентного дела, принципы авторского права	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
	Умения: анализировать, систематизировать и обобщать информацию, включая информацию из глобальных компьютерных сетей	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
	Навыки:	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК,	Т	У	Тест

	владетьосновами авторского права, навыками патентной работы		ПА	Э	У	Билет к экзамену

ОПК-8	**Знания:** современные методы инженерного и научного анализа результатов эксперимента	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
	Умения: осуществлять статистическую обработку результатов эксперимента (оценка воспроизводимости опытов, значимость коэффициентов регрессии, оценка адекватности математической модели)	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
	Навыки: проведения систематизации и анализа полученных результатов эксперимента	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
ПК-1	**Знания:** современные методы математического моделирования и оптимизации эксперимента, инженерного и научного анализа результатов эксперимента	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
	Умения: проводить расчет математической модели эксперимента, прогнозировать поведение и свойства материалов	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену
	Навыки: выбора оптимальной модели эксперимента, методами	Разделы 1.1 – 1.10	ТЕК, ПА	Т Э	У У	Тест Билет к экзамену

	диагностики и моделирования свойств веществ					

- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к РП.

Приложение 3
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «*Математические методы статистической обработки экспериментальных данных*»

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и уменийобучающегося.	Фондтестовыхзаданий
2	Устный опрос (Э -Экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала.	Комплект билетов к экзамену

Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения, кафедра «Материаловедение»
Дисциплина «**Математические методы статистической обработки экспериментальных данных**».
Направление подготовки: **22.06.01. «Технологии материалов»**
Курс 2, семестр 4

БИЛЕТ №1

1. Приведите классификации видов экспериментальных исследований, исходя из цели проведения эксперимента и формы представления результатов, а также в зависимости от условий его реализации.
2. Произведено 20 опытов над величиной X; результаты приведены в таблице.

i	x_i	i	x_i	i	x_i	i	x_i
1	10,5	5	10,6	11	10,6	16	10,9
2	10,8	6	10,9	12	11,3	17	10,8
3	11,2	7	11,0	13	10,5	18	10,7
4	10,9	8	10,3	14	10,7	19	10,9
5	10,4	10	10,8	15	10,8	20	11,0

Требуется найти оценку $\tilde{y}$ для математического ожидания y величины X и построить доверительный интервал, соответствующий доверительной вероятности $\beta = 0{,}8$.

Утверждено на заседании кафедры «» декабря г., протокол №.

Зав. кафедрой _____ В.В. Овчинников/

Вопросы к экзамену

1. Что такое эксперимент? Какова его роль в инженерной практике? **(ОПК-6)**
2. Какие общие черты имеют научные методы исследований для изучения закономерностей различных процессов и явлений в промышленности? **(ОПК-6, ПК - 1)**
3. Приведите классификации видов экспериментальных исследований, исходя из цели проведения эксперимента и формы представления результатов, а также в зависимости от условий его реализации **(ОПК-6)**
4. В чем заключаются принципиальные отличия активного эксперимента от пассивного? **(ОПК-6, ПК - 1)**
5. Поясните преимущества и недостатки лабораторного и промышленного эксперимента. **(ОПК-6, ПК - 1)**
6. В чем отличие количественного и качественного экспериментов? **(ОПК-6, ПК - 1)**
7. Что такое случайная величина? В чем заключаются отличия дискретной от непрерывной случайной величины? Приведите примеры. **(ОПК-6, ПК – 1)**
8. Какие вероятностные характеристики используют для описания распределений случайных величин? **(ОПК-6, ПК - 1)**
9. С какой целью используют законы распределения при обработке данных экспериментальных исследований? **(ОПК-8)**
10. Почему нормальный закон распределения наиболее применим в экспериментальной практике? **(ОПК-8)**
11. Какие параметры и свойства характерны для нормального закона распределения? **(ОПК – 8)**
12. Какие задачи решают в ходе предварительной статистической обработки экспериментальных данных? **(ОПК-6)**
13. Что такое генеральная совокупность и выборка (**ОПК-6, ПК – 1)**
14. Что такое точечное оценивание? Перечислите точечные оценки основных параметров нормального распределения для непрерывной случайной величины. **(ОПК-6)**
15. В чем заключается основная идея оценивания с помощью доверительного интервала? С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии? **(ОПК-6, ОПК-8)**
16. В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная статистические гипотезы? **(ОПК-6)**
17. С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей? **(ОПК – 8)**
18. Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных? С помощью каких критериев они решаются? **(ОПК – 8)**
19. Что такое критерий согласия? Какова основная идея его использования при проверке гипотез о виде функции распределения? **(ОПК – 8)**
20. В чем заключается алгоритм использования критерия Пирсона для проверки гипотезы нормального распределения экспериментальных данных? **(ОПК-6)**
21. Какова процедура использования критерия Колмогорова-Смирнова для проверки гипотезы нормального распределения? **(ОПК-6)**
22. В чем заключаются сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа? **(ОПК – 8)**
23. Какие подходы используют при нахождении коэффициентов уравнения регрессии? **(ОПК – 8)**
24. Сформулируйте исходные положения метода наименьших квадратов. **(ОПК – 6)**
25. С помощью какого параметра оценивается теснота связи между случайными величинами? Поясните физическую суть этого параметра. **(ОПК – 8)**
26. Как оценивается адекватность статистической модели? **(ОПК – 6, ОПК-7)**
27. Что называется частным коэффициентом корреляции? **(ОПК – 6)**

28. Что называется множественным коэффициентом корреляции? **(ОПК – 6)**
29. Какими свойствами обладают коэффициенты корреляции? **(ОПК – 6)**
30. Каким образом производится проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии? **(ОПК – 8)**
31. В чем заключается постановка задачи линейной множественной регрессии? **(ПК – 1)**
32. Что такое погрешность определения величин функций? **(ПК – 1)**
33. С какой целью рассчитывают погрешность? **(ПК – 1)**
34. Какие виды погрешностей вы знаете? Как они определяются? **(ПК – 1)**
35. В чем заключается цель решения обратной задачи теории экспериментальных погрешностей? **(ОПК -7)**
36. Каковы возможности современных программ по обработке экспериментальных данных? **(ОПК – 7)**
37. На каких принципах основана организация современных статистических пакетов? **(ПК – 1)**
38. Каким образом решается задача по оценке статистических характеристик с помощью пакета MicrosoftExcel? **(ПК – 10)**
39. Как организовано взаимодействие пользователя с пакетом Statistica? Какие основные модули он в себя включает? **(ОПК – 7)**
40. Как определить коэффициенты уравнения регрессии, используя пакет Statistica? **(ОПК – 7)**

Фрагменты вопросов из фонда тестовых заданий

Задание № 1 **(ОПК – 6, ОПК-8)**
Погрешности измерения:
а) случайные; б) частные; в) грубые; г) систематические; д) временные.

Задание № 2 **(ОПК – 6, ОПК-8)**
Характеристики точности измерений:
а) сходимость; б) воспроизводимость; в) точность; г) правильность; д) адекватность.

Задание № 3 **(ОПК – 6, ОПК-8)**
Промахи – это:
а) результаты, полученные при поломке прибора; б) результаты, в которых отклонения от истинных значений происходит за счет разности во влажности или температуре окружающей среды; в) результаты, полученные при погрешности изготовления оборудования (приборные
ошибки) или градуировки самой меры.

Задание № 4 **(ОПК – 6, ОПК-8)**
Воспроизводимость отражает:
а) близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях;
б) близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в разных условиях; в) близость друг к другу результатов измерений, выполненных разными людьми.

Задание № 5 **(ПК – 1)**
Случайные ошибки – это ошибки:
а) которые остаются неизменными или закономерно изменяющиеся в процессе измерения;
б) которые носят статистический, вероятностный характер; в) возникающие при нарушении условий измерения.

Задание № 6 **(ПК – 1)**
Погрешностей аппроксимации относятся к:
а) систематическим ошибкам; б) случайным ошибкам; в) грубым ошибкам.

Задание № 6 **(ПК – 1)**
Метод, устанавливающий количественный зависимость между свойствами изучаемого объекта:
а) корреляционный; б) регрессионный; в) дисперсионный.

Задание № 7 **(ОПК – 7)**
Методы корреляционного анализа:
а) анализа поля корреляции; б) анализа коэффициента линейной корреляции нуль-гипотеза; в) наименьших квадратов.