Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич
Должность: проректор по научной работе
Дата подписания: 01.11.2023 11:53:52
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** /
“ 01 ” _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы статистической обработки экспериментальных данных

Направления подготовки:
15.06.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки
Сварка, родственные процессы и технологии

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения
Очная

Москва, 2021

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению и профилю подготовки **15.06.01 «Машиностроение», «Сварка, родственные процессы и технологии».**

Программу составил
к.т.н., доц. /Латыпова Г.Р./

Программа утверждена на заседании кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства»
30 июня 2021 г., протокол № 13

Заведующий кафедрой «ОиТСП»,

доц., к.т.н. /Сафонов Е.В./

Программа утверждена на заседании
учебно-методической комиссии
факультета машиностроения

«01.» 07 2021 г., протокол № 8-21

Председатель комиссии / Васильев А.Н./

Присвоен регистрационный номер:	15.06.01/05.02.10.01.2021. Б.1.1.ДВ.1

1. Цели освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» является изучение методик обработки экспериментальных данных с построением математических моделей; приобретение практических навыков обработки экспериментальных данных для получения математического описания систем;

Ознакомление с математическим обеспечением анализа проектных решений на макроуровне и микроуровне и постановки задачи параметрического синтеза как задачи оптимизации, критериев оптимизации и поисковых методов ее решения.

Задачи дисциплины:

− сформировать у аспирантов представление о современном уровне математических и статистических методов исследования;

− разъяснить возможности использования различных математических и статистических методов с целью выполнения исследований на высоком научном уровне;

− подготовить аспирантов к применению полученных знаний для решения проблем, возникающих при разработках новых технологических процессов.

Изучение курса «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» способствует расширению кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий аспирант сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных». Дисциплина реализуется на Машиностроительном факультете кафедрой «ОиТСП».

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций выпускника, сформулированных в ФГОС.

Изучение курса основывается на знаниях, полученных при изучении базовых дисциплин и дисциплин профессионального цикла

В базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- инновационные технологии в машиностроении.

В дисциплинах по выбору студента части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- прогнозирование и управление свойствами сварных соединений;
- способы оценки структуры и свойств сварных соединений.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Согласно ФГОС по направлению «Машиностроение» применительно к дисциплине «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» выпускник должен обладать профессиональными компетенциями:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных	**знать:** основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности, в том числе выдвижения и формулировки гипотез **уметь:** выделять и систематизировать основ-

	областях	ные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач **владеть:** навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
ОПК-2	Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	**знать:** основные закономерности проектирования, изготовления и эксплуатации машин, их узлов и приводов **уметь:** решать задачи математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов **владеть:** методами решения задач математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов

Аспирант должен **применять** полученные знания в практической деятельности.

Аспирант должен уметь решать следующие задачи – применять полученные знаний для анализа при изготовлении конкретного изделия.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия – 12 ч., семинарские занятия – 12 ч., самостоятельная работа аспиранта - 156 ч. Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Структура и содержание дисциплины представлены в Приложении 3.

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Роль планирования эксперимента в технологических и научных исследованиях.

Цели, задачи и значение дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» на современном этапе развития науки и техники.

Общие закономерности проведения эксперимента в различных областях знаний.

Основные типовые задачи, решаемые при проведении эксперимента.

Тема 2. Основные понятия и принципы планирования эксперимента.

Основные понятия теории планирования эксперимента: Объект исследования, виды входных и выходных переменных, факторы, факторное пространство.

Опыт. Эксперимент. План эксперимента как совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов.

Основные принципы планирования эксперимента.

Тема 3. Корреляционный и регрессионный анализ.

Выборочный коэффициент корреляции. Линейная регрессия. Простейшие случаи нелинейной корреляции.

Метод наименьших квадратов. Расчет коэффициентов уравнения регрессии. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии.

Проверка адекватности математической модели объекта исследования.

Тема 4. Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана.

Разновидности планов эксперимента. Основы построения математических моделей планов экспериментов.

Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов уравнения регрессии.

Критерии оптимальности, связанные с точностью получения оценок отклика.

Тема 5. Планы многофакторных экспериментов.

Полный факторный план (ПФП) и его характеристика. Составление ПФП эксперимента. Организация проведения эксперимента по ПФП, обработка и анализ его результатов.

Дробный факторный план (ДФП). ДФП для моделей с взаимодействием. Организация проведения эксперимента по ДФП, обработка и анализ его результатов.

Ротатабельное планирование. Составление плана эксперимента второго порядка, обработка и анализ его результатов.

Тема 6. Планы поиска экстремума функции отклика.

Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации однофакторных объектов.

Особенности планирования при оптимизации сложных объектов. Понятие о методах условной оптимизации.

Тема 7. Методы оптимизации многофакторных объектов.

Последовательные методы поиска оптимальных решений. Метод Гаусса-Зейделя. Метод случайного поиска. Метод градиента. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона).

Симплексный метод оптимизации объектов. Симплекс и его последовательное смещение в направлении к оптимуму. Критерии окончания процесса оптимизации.

Тема 8. Выделение существенных факторов.

Планирование отсеивающих экспериментов. Организация, проведение и методы анализа результатов отсеивающих экспериментов.

Дисперсионный анализ. Однофакторная классификация. Дисперсионный анализ при трехфакторной и четырехфакторной классификации.

Тема 9. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик.

Метод проверки условий отсутствия дрейфа характеристик объекта.

Адаптивный метод построения математической модели в условиях неаддитивного случайного дрейфа.

Тема 10. Планирование при выборочном контроле.

Планы выборочного контроля. Одноступенчатый, двухступенчатый и многоступенчатый планы выборочного контроля. Параметры планов выборочного контроля, правила принятия решения.

Адаптация планов выборочного контроля к динамике производства. Ослабленный и усиленный планы выборочного контроля.

Усеченный выборочный контроль.

Способы и правила корректировки планов выборочного контроля.

Тема 11. Состояние и перспективы развития теории планирования эксперимента.

Направления дальнейшей работы над углублением и расширением полученных знаний в области организации и планирования эксперимента.

Практическое использование полученных знаний в учебной и производственной деятельности.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Математическое моделирование и аттестация сварочного производства» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

- чтение лекций сопровождается раздаточным материалом, показом слайдов с помощью компьютерной и проекторной техники и иллюстрируется наглядными пособиями;
- обсуждение и защита докладов по дисциплине;
- проведение контрольных работ;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет – тестирования.

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 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. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
ОПК-2	Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. 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).

УК-1 - Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях				
знать: основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности, в том числе выдвижения и формулировки гипотез	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности, в том числе выдвижения и формулировки гипотез.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности, в том числе выдвижения и формулировки гипотез. 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 соответствие следующих знаний: основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности, в том числе выдвижения и формулировки гипотез, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности, в том числе выдвижения и формулировки гипотез, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает зна-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. Умения освоены, но допускаются незначительные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. Свободно оперирует приобретенными умениями, приме-

		чительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	няет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования	Обучающийся владеет навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ОПК-2 - Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники				
знать: основные закономерности проектирования, изготовления и эксплуатации машин, их узлов и приводов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные закономерности проектирования, изготовления и эксплуатации машин, их узлов и приводов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные закономерности проектирования, изготовления и эксплуатации машин, их узлов и приводов. 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 соответствие следующих знаний: основные закономерности проектирования, изготовления и эксплуатации машин, их узлов и приводов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные закономерности проектирования, изготовления и эксплуатации машин, их узлов и приводов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: решать задачи математического, физического, конструкторского характера при проек-	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать задачи математического,	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: решать задачи математического, физи-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: решать	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: решать задачи ма-

тировании машин, их узлов и приводов	физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов.	ческого, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов.	задачи математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	тематического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами решения задач математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами решения задач математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов.	Обучающийся владеет методами решения задач математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами решения задач математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов я, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами решения задач математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

Текущий контроль аспиранта осуществляется следующим образом:

- аспирант предоставляет преподавателю конспект лекций по данной дисциплине.
- темы конспекта прописаны в данной рабочей программе, см. содержание структуры дисциплин.
- написание реферата по данной дисциплине.
- тематику реферата назначает преподаватель, который читает данный курс лекций.
- темы рефератов берутся преподавателем из содержания структуры дисциплины данной рабочей программы и направлена на углубление профессиональных компетенций.

До экзамена аспирант должен предоставить преподавателю:

- конспект лекций
- реферат по выделенной теме с оценкой преподавателя «зачтено».

В случае не предоставления реферата аспирант не допускается к экзамену.

Форма итоговой аттестации: экзамен

Итоговая аттестация по дисциплине осуществляется в форме устного экзамена. Аспиранту предоставляется билет с двумя вопросами.

Критерий оценки:

оценка "отлично" выставляется аспиранту, если даны исчерпывающие ответы на все два вопроса; - оценка "хорошо" выставляется аспиранту, если даны неполные ответы на два вопроса; - оценка "удовлетворительно" выставляется аспиранту, если дан исчерпывающий ответ на один вопрос и частично на другой; - оценка "неудовлетворительно" выставляется аспиранту, если не даны ответы на два вопроса.

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

Самостоятельная работа аспиранта

Метод множественной корреляции. (УК-1, ОПК-2)

Метод линеаризации. (УК-1, ОПК-2)

Ортогонализация планов экспериментов. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям. (УК-1, ОПК-2)

Характеристики математических моделей планов экспериментов. (УК-1, ОПК-2)

Составление ПФП эксперимента. (УК-1, ОПК-2)

Составление ДФП эксперимента. (УК-1, ОПК-2)

Сравнительная оценка дробных реплик. Разрешающая способность реплики. (УК-1, ОПК-2)

Многоуровневые факторные планы. (УК-1, ОПК-2)

Поиск экстремума функции отклика на основании использования метода золотого сечения и чисел Фибоначчи. (УК-1, ОПК-2)

Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов. (УК-1, ОПК-2)

Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных методов оптимизации. (УК-1, ОПК-2)

Принцип последовательного планирования при оптимизации объектов исследования. (УК-1, ОПК-2)

Последовательные методы поиска оптимальных решений. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона). (УК-1, ОПК-2)

Методы выделения существенных факторов. (УК-1, ОПК-2)

Построение математических моделей в условиях аддитивного дрейфа. (УК-1, ОПК-2)

Практическая работа аспиранта

- Основы математической статистики. Случайная величина, плотность вероятности, среднеквадратичное отклонение, распределение случайной величины, основные распределения. Статистические функции EXCEL, их синтаксис, возможности. (УК-1, ОПК-2)

- Регрессионный анализ экспериментальных данных. (УК-1, ОПК-2)

- Предикторы, отклики, ошибки. Надстройка chemometrics для MS EXCEL. Еѐ функции, возможности, синтаксис. (УК-1, ОПК-2)

- Оптимизация многофакторных объектов. (УК-1, ОПК-2)

- Многофакторный эксперимент. Оптимизация. (УК-1, ОПК-2)

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Планирование эксперимента - основные термины и определения. (УК-1, ОПК-2)
2. Методы планирования эксперимента. (УК-1, ОПК-2)
3. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции. (УК-1, ОПК-2)
4. Дисперсионный анализ. Критерий Фишера. (УК-1, ОПК-2)
5. Применение критериев согласия для проверки статистических гипотез. (УК-1, ОПК-2)
6. Задачи, решаемые с помощью дисперсионного анализа. (УК-1, ОПК-2)
7. Оперативная характеристика. Порядок построения оперативной характеристики. (УК-1, ОПК-2)
8. Задача оптимизации эксперимента. Выбор обобщенного параметра оптимизации. (УК-1, ОПК-2)
9. Функция желательности. (УК-1, ОПК-2)
10. Воздействующие факторы. Требования к факторам при планировании эксперимента. (УК-1, ОПК-2)
11. Функция отклика. Модель «чѐрного ящика». (УК-1, ОПК-2)
12. Выбор математической модели функции отклика. (УК-1, ОПК-2)
13. Способы поиска оптимума функции отклика. Шаговый принцип. (УК-1, ОПК-2)
14. Принятие решений перед планированием эксперимента. (УК-1, ОПК-2)
15. Полный факторный эксперимент. (УК-1, ОПК-2)
16. Эксперимент типа 2k. Матрица планирования эксперимента. (УК-1, ОПК-2)
17. Свойства полного факторного эксперимента типа 2k. Математическая модель. (УК-1, ОПК-2)
18. Дробный факторный эксперимент. (УК-1, ОПК-2)

19. Рандомизация. (УК-1, ОПК-2)

20. Обработка результатов эксперимента. Методы регрессионного анализа. (УК-1, ОПК-2)

21. Проверка адекватности полученной математической модели. (УК-1, ОПК-2)

22. Метод наименьших квадратов. (УК-1, ОПК-2)

23. Проверка значимости коэффициентов регрессии. (УК-1, ОПК-2)

24. Принятие решений после построения модели процесса. (УК-1, ОПК-2)

25. Методы восхождения по поверхности отклика. (УК-1, ОПК-2)

26. Классификация экспериментальных планов. (УК-1, ОПК-2)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Основная литература

1. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций учеб. для вузов. / Куркин С.А., Ховов В.М., Аксенов Ю.Н. и др.; под. ред. С.А. Куркина, В.М. Ховова. -М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2002. – 464 с. **Гриф У МО.**

2. Ластовиря В.Н. Оптимизация в автоматизированном проектировании сварочных технологий учеб. пособие для вузов. / Гладков Э.А., Коновалов А.В.; отв. ред. - М.: МГИУ, 2008. – 184 с. **ГрифУМО.**

3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования учеб. для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 336 с.

4. Введение в теорию планирования эксперимента [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. - 463 с. : табл., схем. - Библиогр.: с. 444-445.

Дополнительная литература

Аттков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 440 с.

2. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. в 2-х томах / Под общ. Ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышева. – М.: Машиностроение, 2004. Т.1/ Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышев, Э.А. Гладков и др. –624 с.

3. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров и др. Под ред. В.М. Неровного. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. –752 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Система поиска природно-ресурсной информации - http://list.priroda.ru

• Открытая справочно-информационная служба «Ecoline» - http://www.ecoline.ru

• «Зелѐный шлюз» - путеводитель по экологическим информационным ресурсам - http://zelenyshluz.narod.ru/

• European Environment Agency (EEA) - http://www.eea.europa.eu/

• The Global Environmental Information Exchange Network - http://www.unep.org/infoterra/

• Актуальным разделам экологии - книги, статьи, учебники, методические материалы - http://www.ecoline.ru/

• Библиотека учебников по экологии - http://window.edu.ru/window/library

• Всероссийский экологический портал - http://ecoportal.ru/

• Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - http://school-collection.edu.ru/catalog/

• Международный портал по экологии и окружающей среде- http://www.greenwaves.com/russian/indexrus.html

• Микроорганизмы - http://microorganizmy.naukadv.ru/

• Национальный портал «Природа России» - http://www.priroda.ru/

• Природа и экология - http://www.priroda.su/

• Проблемы эволюции - http://macroevolution.narod.ru

• Проблемы эволюции биосферы - http://macroevolution.narod.ru/

• Российские зеленые страницы - http://rgp.agava.ru/

• Официальный сайт журнала «Экология производства» http://www.ecoindustry.ru

• Google Scholar [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://scholar.google.com, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система, разработанная специально для студентов,

17 ученых и исследователей, предназначена для поиска информации в онлайновых академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку).

• РИБК [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.ribk.net, свободный. – Загл. с экрана. (портал "Российского информационно-библиотечного консорциума" предоставляет возможность расширенного поиска библиографических данных и полнотекстовых ресурсов в электронных каталогах пяти крупнейших библиотек России: Всероссийской государственной библиотеке иностранной литературы им. М.И. Рудомино, Научной библиотеке МГУ им. Ломоносова, Парламентской библиотеке, Российской государственной библиотеке, Российской национальной библиотеке).

• Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.cir.ru, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (включает нормативные документы федерального уровня, научные издания МГУ, аналитические издания (журнал "Эксперт"), доклады, публикации и статистические массивы исследовательских центров и др.).

• SCIRUS [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.scirus.com, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система, нацеленная на поиск исключительно научной информации, позволяет находить информацию в научных журналах, персональных страницах ученых, университетов и исследовательских центров. Доступ к полным текстам статей из журналов возможен только для подписчиков).

• ScienceResearch.com [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.scienceresearch.com, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система предоставляет возможность одновременного поиска в научных журналах крупнейших издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor and Francis и др. А также в открытых базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News. Поиск в журналах возможен по 12 отдельным предметным рубрикам. Полные тексты статей из журналов доступны только для подписчиков).

• NIST Chemistry WebBook [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://webbook.nist.gov/chemistry/, свободный. – Загл. с экрана. (справочная книга Института Стандартов и Технологии США содержит термохимические, спектральные данные, потенциалы ионизации, сродство к электрону и пр. для свыше 10000 органических и неорганических соединений).

• American Chemical Society (ACS) [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.pubs.acs.org/, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (полные тексты журналов издательства Американского химического общества (The Journal of Organic Chemistry, Journal of the American Chemical Society, Organic Letters, Chemical Reviews, Bioconjugate Chemistry, Biochemistry и др.) с 1996 г. по настоящее время).

• ScienceDirect [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.sciencedirect.com, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (доступ к 108 журналам по химии с 2002 г. по настоящее время, издаваемых компанией Elsevier Science и рядом других престижных научных издательств, позволяет проводить поиск в ведущих научных библиографических базах данных (около 30 миллионов записей)).

• Электронные реферативные журналы ВИНИТИ [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.lib.tpu.ru/cgi-bin/viniti/zgate?Init+viniti.xml,viniti.xsl+rus, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (информационные сообщения о научных документах по естественным и техническим наукам, в базе данных представлено содержание выпусков РЖ, выписываемых библиотекой в электронном виде с 2005 года).

• Swetsnet Navigator [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.swetswise.com/public/login.do, свободный. – Загл. с экрана. (база данных иностранных журналов по физике, химии, географии, истории, языкознанию, философии, религии, науковедению, социальным и другим наукам,. полнотекстовый доступ возможен к более чем 2 500 журналов.).

• SPRINGER [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.springerlink.com//home/main/mpx, http://www.springerlink.de/reference-works, 18 доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (доступны около 470 журналов и книги издательства, включая 34 полнотекстовые энциклопедии).

• Blackwell [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.blackwell-synergy.com, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (полнотекстовые электронные научные журналы, охватывающие все области естественных и общественных наук).

• Научная электронная библиотека [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://elibrary.ru, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (доступ к полным текстам периодических изданий по всем направлениям научных дисциплин).

• WORLD SCIENTIFIC Publ [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.worldscinet.com, свободный. – Загл с экрана. (коллекции журналов по нескольким тематикам, в том числе по химии).

• SCIENCE [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.sciencemag.org, свободный. – Загл. с экрана.

• Bulletin of the Chemical Society of Japan [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.csj.jp/journals/bcsj/index.html, свободный. – Загл. с экрана.

• Central European Journal of Chemistry [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.springerlink.com/content/1644-3624/, свободный. – Загл. с экрана.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированные учебные аудитории АВ2502, АВ2503, АВ2505 и лаборатория кафедры АВ2101 «Оборудование и технология сварочного производства».

1. Раздаточные материалы по разделам курса;
2. Плакаты, слайды, демонстрационные материалы и учебные фильмы по разделам курса.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов метрологии, стандартизации и сертификации, 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 аспирантом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы аспиранта:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным 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.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» следует уделять на формирование базовых знаний студентов о понятиях и принципах проектирования технологических процессов и технических устройств; о видах обеспечения и функционировании автоматизированных систем проектирования; о математических моделях для описания процессов и технических объектов.

При изучении раздела «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» необходимо сформировать навыки изучения математического обеспечения анализа проектных решений на макроуровне и микроуровне и постановки задачи параметрического синтеза как задачи оптимизации, критериев оптимизации и поисковых методов ее решения.

При изучении раздела «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» основное внимание необходимо уделять основным понятиям в области оценки соответствия, терминам и определениям.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

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

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 1 к рабочей программе.

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.06.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ
ОП (профиль): «Сварка, родственные процессы и технологии»
Форма обучения: очная

Кафедра: Оборудование и технология сварочного производства

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Математические методы статистической обработки экспериментальных данных

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
примерный перечень вопросов для экзамена

Составители:

к.т.н., доц. Латыпова Г.Р.

Москва, 2021 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

Математические методы статистической обработки экспериментальных данных					
ФГОС ВО **15.06.01 «Машиностроение»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	**знать:** основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности, в том числе выдвижения и формулировки гипотез **уметь:** выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач **владеть:** навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования	лекция, самостоятельная работа	Э	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе обучения; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении
ОПК-2	Способность формулировать и решать нетиповые задачи	**знать:** основные закономерности проек-	лекция, самостоятельная	Э	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных

	математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	тирования, изготовления и эксплуатации машин, их узлов и приводов **уметь:** решать задачи математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов **владеть:** методами решения задач математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов	работа		знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе обучения; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к рабочей программе.

Приложение 2

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

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (Э - экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Вопросы по экзамену

Самостоятельная работа аспиранта

Метод множественной корреляции. (УК-1, ОПК-2)

Метод линеаризации. (УК-1, ОПК-2)

Ортогонализация планов экспериментов. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям. (УК-1, ОПК-2)

Характеристики математических моделей планов экспериментов. (УК-1, ОПК-2)

Составление ПФП эксперимента. (УК-1, ОПК-2)

Составление ДФП эксперимента. (УК-1, ОПК-2)

Сравнительная оценка дробных реплик. Разрешающая способность реплики. (УК-1, ОПК-2)

Многоуровневые факторные планы. (УК-1, ОПК-2)

Поиск экстремума функции отклика на основании использования метода золотого сечения и чисел Фибоначчи. (УК-1, ОПК-2)

Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов. (УК-1, ОПК-2)

Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных методов оптимизации. (УК-1, ОПК-2)

Принцип последовательного планирования при оптимизации объектов исследования. (УК-1, ОПК-2)

Последовательные методы поиска оптимальных решений. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона). (УК-1, ОПК-2)

Методы выделения существенных факторов. (УК-1, ОПК-2)

Построение математических моделей в условиях аддитивного дрейфа. (УК-1, ОПК-2)

Практическая работа аспиранта

- Основы математической статистики. Случайная величина, плотность вероятности, среднеквадратичное отклонение, распределение случайной величины, основные распределения. Статистические функции EXCEL, их синтаксис, возможности. (УК-1, ОПК-2)
- Регрессионный анализ экспериментальных данных. (УК-1, ОПК-2)
- Предикторы, отклики, ошибки. Надстройка chemometrics для MS EXCEL. Eѐ функции, возможности, синтаксис. (УК-1, ОПК-2)
- Оптимизация многофакторных объектов. (УК-1, ОПК-2)
- Многофакторный эксперимент. Оптимизация. (УК-1, ОПК-2)

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Планирование эксперимента - основные термины и определения. (УК-1, ОПК-2)
2. Методы планирования эксперимента. (УК-1, ОПК-2)
3. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции. (УК-1, ОПК-2)
4. Дисперсионный анализ. Критерий Фишера. (УК-1, ОПК-2)
5. Применение критериев согласия для проверки статистических гипотез. (УК-1, ОПК-2)
6. Задачи, решаемые с помощью дисперсионного анализа. (УК-1, ОПК-2)
7. Оперативная характеристика. Порядок построения оперативной характеристики. (УК-1, ОПК-2)
8. Задача оптимизации эксперимента. Выбор обобщенного параметра оптимизации. (УК-1, ОПК-2)
9. Функция желательности. (УК-1, ОПК-2)
10. Воздействующие факторы. Требования к факторам при планировании эксперимента. (УК-1, ОПК-2)
11. Функция отклика. Модель «чѐрного ящика». (УК-1, ОПК-2)
12. Выбор математической модели функции отклика. (УК-1, ОПК-2)

13. Способы поиска оптимума функции отклика. Шаговый принцип. (УК-1, ОПК-2)
14. Принятие решений перед планированием эксперимента. (УК-1, ОПК-2)
15. Полный факторный эксперимент. (УК-1, ОПК-2)
16. Эксперимент типа 2k. Матрица планирования эксперимента. (УК-1, ОПК-2)
17. Свойства полного факторного эксперимента типа 2k. Математическая модель. (УК-1, ОПК-2)
18. Дробный факторный эксперимент. (УК-1, ОПК-2)
19. Рандомизация. (УК-1, ОПК-2)
20. Обработка результатов эксперимента. Методы регрессионного анализа. (УК-1, ОПК-2)
21. Проверка адекватности полученной математической модели. (УК-1, ОПК-2)
22. Метод наименьших квадратов. (УК-1, ОПК-2)
23. Проверка значимости коэффициентов регрессии. (УК-1, ОПК-2)
24. Принятие решений после построения модели процесса. (УК-1, ОПК-2)
25. Методы восхождения по поверхности отклика. (УК-1, ОПК-2)
26. Классификация экспериментальных планов. (УК-1, ОПК-2)

Приложение 3

Структура и содержание дисциплины «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных»
по направлениям подготовки **15.06.01 «Машиностроение»**
(Образовательная программа «Сварка, родственные процессы и технологии»)
Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь.
Форма обучения
Очная

Раздел дисциплины	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	Рефер.	К.Р.	Э	З
Тема 1. Роль планирования эксперимента в технологических и научных исследованиях. Тема 2. Основные понятия и принципы планирования эксперимента. Тема 3. Корреляционный и регрессионный анализ.	4	1	3	3		39								
Тема 4. Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана. Тема 5. Планы многофакторных экспериментов.	4	2	3	3		39								
Тема 6. Планы поиска экстремума функции отклика. Тема 7. Методы оптимизации многофакторных объектов. Тема 8. Выделение существенных факторов.	4	3	3	3		39								

Тема 9. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик. Тема 10. Планирование при выборочном контроле. Тема 11. Состояние и перспективы развития теории планирования эксперимента.	4	4	3	3		39								
Итого			12	12		156							*	

Пример экзаменационного билета

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

Факультет Машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии сварочного производства»
Образовательная программа 15.06.01 "Машиностроение",
профиль: "Сварка, родственные процессы и технологии"
Курс ____ , семестр ____

Экзамен по дисциплине: «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных»

Билет № 1

1. Задачи, решаемые с помощью дисперсионного анализа.
2. Оперативная характеристика. Порядок построения оперативной характеристики.

Утверждено на заседании кафедры "ОиТСП"
____ _____ 201__ г., протокол №
Заведующий кафедрой Е.В. Сафонов