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

Математическое моделирование и оптимизация эксперимента

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.» 04 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 «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента» 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 «Математическое моделирование и аттестация сварочного производства» 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 «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки аспирантов по направлению «Машиностроение». 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 материалы в машиностроении.

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

- математические методы статистической обработки экспериментальных данных;
- 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 «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента» выпускник должен обладать профессиональными компетенциями:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	***знать:*** методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисци-

		плинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности ***уметь:*** анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов ***владеть:*** навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований
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 студента - 156 ч. Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Структура и содержание дисциплины представлены в Приложении 3.

Содержание разделов дисциплины

Основы математического моделирования.

Понятие математического моделирования. Классификация моделей. Требования к моделям. Преимущества и недостатки моделирования.

Построение эмпирических моделей.

Эмпирические модели. Метод наименьших квадратов. Обработка данных с использованием компьютерных программ.

Методика планирования экспериментов.

Виды экспериментов: активный и пассивный эксперименты; двух- и многофакторный эксперименты.

Математическое описание химико-технологических процессов с помощью физико-химических моделей.

Модели идеального смешения и идеального вытеснения.

Методы планирования экстремальных экспериментов.

Полный факторный эксперимент. Критерии оптимальности планов. Решение задачи оптимизации.

Планирование промышленного эксперимента.

Метод эволюционного планирования Бокса

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента» 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 студентов.

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-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
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-3 - Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач				
знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности. 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: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, за-	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

		при их переносе на новые ситуации.	труднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	
владеть: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований.	Обучающийся владеет навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований.	Обучающийся частично владеет навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований, 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 проектировании машин, их узлов и приводов	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать задачи математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: решать задачи математического, физического, конструкторского характера при проектировании машин, их узлов и приводов.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: решать 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.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: решать задачи математического, 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

1. Выделение веществ из газовой фазы в водные растворы. (УК-3, ОПК-2)
2. Системы мембранного ввода проб в масс-спектрометр. (УК-3, ОПК-2)
3. Виды мембран, их преимущества и недостатки. (УК-3, ОПК-2)
4. Аппараты на основе обратноосмотических мембран. (УК-3, ОПК-2)
5. Определение значений *b*-факторов в фазе ионообменника, их взаимосвязь с коэффициентами разделения в двухфазной системе. (УК-3, ОПК-2)
6. Критерии подобия в массообменных процессах. (УК-3, ОПК-2)
7. Скорость фильтрации на анионитовых фильтрах. (УК-3, ОПК-2)

Темы практических работ и семинаров

1. Метод множественной корреляции. (УК-3, ОПК-2)
2. Метод линеаризации. (УК-3, ОПК-2)
3. Ортогонализация планов экспериментов. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям. (УК-3, ОПК-2)
4. Характеристики математических моделей планов экспериментов. (УК-3, ОПК-2)
5. Составление ПФП эксперимента. (УК-3, ОПК-2)
6. Составление ДФП эксперимента. (УК-3, ОПК-2)
7. Сравнительная оценка дробных реплик. Разрешающая способность реплики. (УК-3, ОПК-2)
8. Многоуровневые факторные планы. (УК-3, ОПК-2)
9. Поиск экстремума функции отклика на основании использования метода золотого сечения и чисел Фибоначчи. (УК-3, ОПК-2)
10. Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов. (УК-3, ОПК-2)

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные понятия: проектирование технического объекта, описание объекта. (УК-3, ОПК-2)
2. Понятие системности. Принципы системного подхода к проектированию. (УК-3, ОПК-2)
3. Основные понятия системотехники: система, структура, параметры, переменные, пространство переменных состояния и пр. (УК-3, ОПК-2)
4. Иерархические уровни проектирования, нисходящее, восходящее, внутреннее и внешнее проектирование. (УК-3, ОПК-2)
5. Стадии проектирования, проектные процедуры, проектные операции, маршрут проектирования. (УК-3, ОПК-2)
6. Типовые проектные процедуры: задачи анализа и синтеза, типичная последовательность процедур. (УК-3, ОПК-2)
7. Этапы жизненного цикла изделия и их автоматизированные системы. (УК-3, ОПК-2)
8. Компоненты математического обеспечения анализа: математические модели иерархических уровней, требования к ним и численным методам, формирование моделей. (УК-3, ОПК-2)
9. Исходные уравнения анализа проектных решений на примере электрических систем. (УК-3, ОПК-2)
10. Исходные уравнения анализа проектных решений на примере механических систем. (УК-3, ОПК-2)
11. Аналогии между объектами различной физической природы. (УК-3, ОПК-2)
12. Интегрированные системы автоматизации в сварке. (УК-3, ОПК-2)
13. Принципы построения систем графического моделирования. (УК-3, ОПК-2)
14. Моделирование физических процессов при контактной сварке. (УК-3, ОПК-2)
15. Содержание технического задания на проектирование. Условия работоспособности. (УК-3, ОПК-2)
16. Методы покоординатного и наискорейшего спуска при поисковой оптимизации. (УК-3, ОПК-2)

17. Уравнения математической модели технического объекта как системы, типы фазовых переменных. (УК-3, ОПК-2)

18. Сеточные методы анализа на микроуровне. Суть метода конечных элементов (МКЭ). (УК-3, ОПК-2)

19. Понятие и виды моделей проектируемого объекта. Классификация математических моделей. (УК-3, ОПК-2)

20. Понятие вектора градиента поля скалярной функции. (УК-3, ОПК-2)

21. Понятие дивергенции поля векторной функции. (УК-3, ОПК-2)

22. Уравнения математической физики, как математические модели микроуровня, краевые условия. (УК-3, ОПК-2)

23. Анализ в частотной области: ряд и преобразование Фурье, АЧХ и ФЧХ. (УК-3, ОПК-2)

24. Режимы проектирования технических объектов. (УК-3, ОПК-2)

25. Особенность эквивалентных схем механических объектов. (УК-3, ОПК-2)

26. Математические модели и методы анализа на макроуровне во временной области. (УК-3, ОПК-2)

27. Предмет и компоненты системотехники. (УК-3, ОПК-2)

28. Сущность задачи параметрического синтеза. (УК-3, 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.

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

Научная электронная библиотека, http://elibrary.ru/defaultx.asp

электронные ресурсы Springer, http://www.springer.com/gp/

электронные ресурсы Wiley, http://onlinelibrary.wiley.com

ЭБС Издательства «Лань», http://e.lanbook.com/;

ЭБС IQlibhttp://www.iqlib.ru/,

ЭБС «Национальный цифровой ресурс "Руконт"http://www.rucont.ru/

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

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 «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента» 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 «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента» 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 «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента» 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

Математическое моделирование и оптимизация эксперимента

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

Математическое моделирование и оптимизация эксперимента					
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-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	***знать:*** методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности ***уметь:*** анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов ***владеть:*** навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессио-	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

		нальной деятельности в сфере научных исследований			
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	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

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

Приложение 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента»

№ 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

1. Выделение веществ из газовой фазы в водные растворы. (УК-3, ОПК-2)
2. Системы мембранного ввода проб в масс-спектрометр. (УК-3, ОПК-2)
3. Виды мембран, их преимущества и недостатки. (УК-3, ОПК-2)
4. Аппараты на основе обратноосмотических мембран. (УК-3, ОПК-2)
5. Определение значений *b*-факторов в фазе ионообменника, их взаимосвязь с коэффициентами разделения в двухфазной системе. (УК-3, ОПК-2)
6. Критерии подобия в массообменных процессах. (УК-3, ОПК-2)
7. Скорость фильтрации на анионитовых фильтрах. (УК-3, ОПК-2)

Темы практических работ и семинаров

1. Метод множественной корреляции. (УК-3, ОПК-2)
2. Метод линеаризации. (УК-3, ОПК-2)
3. Ортогонализация планов экспериментов. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям. (УК-3, ОПК-2)
4. Характеристики математических моделей планов экспериментов. (УК-3, ОПК-2)
5. Составление ПФП эксперимента. (УК-3, ОПК-2)
6. Составление ДФП эксперимента. (УК-3, ОПК-2)
7. Сравнительная оценка дробных реплик. Разрешающая способность реплики. (УК-3, ОПК-2)
8. Многоуровневые факторные планы. (УК-3, ОПК-2)
9. Поиск экстремума функции отклика на основании использования метода золотого сечения и чисел Фибоначчи. (УК-3, ОПК-2)
10. Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов. (УК-3, ОПК-2)

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные понятия: проектирование технического объекта, описание объекта. (УК-3, ОПК-2)
2. Понятие системности. Принципы системного подхода к проектированию. (УК-3, ОПК-2)
3. Основные понятия системотехники: система, структура, параметры, переменные, пространство переменных состояния и пр. (УК-3, ОПК-2)
4. Иерархические уровни проектирования, нисходящее, восходящее, внутреннее и внешнее проектирование. (УК-3, ОПК-2)
5. Стадии проектирования, проектные процедуры, проектные операции, маршрут проектирования. (УК-3, ОПК-2)
6. Типовые проектные процедуры: задачи анализа и синтеза, типичная последовательность процедур. (УК-3, ОПК-2)
7. Этапы жизненного цикла изделия и их автоматизированные системы. (УК-3, ОПК-2)
8. Компоненты математического обеспечения анализа: математические модели иерархических уровней, требования к ним и численным методам, формирование моделей. (УК-3, ОПК-2)
9. Исходные уравнения анализа проектных решений на примере электрических систем. (УК-3, ОПК-2)
10. Исходные уравнения анализа проектных решений на примере механических систем. (УК-3, ОПК-2)
11. Аналогии между объектами различной физической природы. (УК-3, ОПК-2)
12. Интегрированные системы автоматизации в сварке. (УК-3, ОПК-2)
13. Принципы построения систем графического моделирования. (УК-3, ОПК-2)
14. Моделирование физических процессов при контактной сварке. (УК-3, ОПК-2)

15. Содержание технического задания на проектирование. Условия работоспособности. (УК-3, ОПК-2)

16. Методы покоординатного и наискорейшего спуска при поисковой оптимизации. (УК-3, ОПК-2)

17. Уравнения математической модели технического объекта как системы, типы фазовых переменных. (УК-3, ОПК-2)

18. Сеточные методы анализа на микроуровне. Суть метода конечных элементов (МКЭ). (УК-3, ОПК-2)

19. Понятие и виды моделей проектируемого объекта. Классификация математических моделей. (УК-3, ОПК-2)

20. Понятие вектора градиента поля скалярной функции. (УК-3, ОПК-2)

21. Понятие дивергенции поля векторной функции. (УК-3, ОПК-2)

22. Уравнения математической физики, как математические модели микроуровня, краевые условия. (УК-3, ОПК-2)

23. Анализ в частотной области: ряд и преобразование Фурье, АЧХ и ФЧХ. (УК-3, ОПК-2)

24. Режимы проектирования технических объектов. (УК-3, ОПК-2)

25. Особенность эквивалентных схем механических объектов. (УК-3, ОПК-2)

26. Математические модели и методы анализа на макроуровне во временной области. (УК-3, ОПК-2)

27. Предмет и компоненты системотехники. (УК-3, ОПК-2)

28. Сущность задачи параметрического синтеза. (УК-3, ОПК-2)

Приложение 3

Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента»
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
Основы математического моделирования. Понятие математического моделирования. Классификация моделей. Требования к моделям. Преимущества и недостатки моделирования.	4	1	3	3		39								
Построение эмпирических моделей. Эмпирические модели. Метод наименьших квадратов. Обработка данных с использованием компьютерных программ. **Методика планирования экспериментов.** Виды экспериментов: активный и пассивный эксперименты; двух- и многофакторный эксперименты.	4	2	3	3		39								

Математическое описание химико-технологических процессов с помощью физико-химических моделей. Модели идеального смешения и идеального вытеснения.	4	3	3	3		39								
Методы планирования экстремальных экспериментов. Полный факторный эксперимент. Критерии оптимальности планов. Решение задачи оптимизации. **Планирование промышленного эксперимента.** Метод эволюционного планирования Бокса	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: «Математическое моделирование и оптимизация эксперимента»

Билет № 1

1. Основные понятия: проектирование технического объекта, описание объекта.
2. Понятие системности. Принципы системного подхода к проектированию.

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