

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы научного исследования организация и планирование
эксперимента

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Инновации и рынок машин и оборудования

Квалификация выпускника: Магистр

Кострома
2023

Рабочая программа дисциплины Основы научного исследования организация и планирование эксперимента разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование, № 1026 от 14.08.2020

Разработал: Рудовский П.Н., профессор кафедры ТММ, ДМ и ПТМ, д.т.н. профессор

Рецензент: Корабельников А.Р., заведующий кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ, д.т.н., профессор

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры ТММ, ДМ и ПТМ

Протокол заседания кафедры № 5 от 31.01 2023 г.

Заведующий кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ

Корабельников Андрей Ростиславович, д.т.н., профессор

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: Освоение способности организовывать научные исследования и планировать эксперименты для выполнения своей профессиональной деятельности

Задачи дисциплины:

- приобретение знаний в области организации научных исследований;
- приобретение умения и навыков планирования экспериментальных исследований;
- приобретения опыта организации и проведения научных исследований

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: Основы научной организации труда,

Современные методы выбора оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества,

Методы проведения научных исследований связанных с разработкой проектов и программ,

Состав, структуру и правила оформления документации на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты.

уметь: Планировать свою деятельность и самостоятельно оценивать ее результаты применять на практике методы оптимизации

при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства

Проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.

применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности

владеть: Методами планирования своей деятельности на основе научной организации труда

Методами выбора оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения.

Методами проведения научных исследований

освоить компетенции:

ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования

ОПК-6 Способен использовать современные информационно- коммуникационные технологии глобальные информационные ресурсы в научно- исследовательской деятельности

ОПК-12 Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

Код и содержание индикаторов компетенции:

ИОПК-1.1 Формулирует цели и задачи исследования

ИОПК-1.2 Устанавливает последовательность при решении исследовательских задач в профессиональной области

ИОПК-1.3 Предлагает критерии оценки результатов исследования

ИОПК-6.1 Применяет современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности

ИОПК-6.2 Способен выполнять исследования с применением глобальных информационных ресурсов

ИОПК-12.1 Предлагает методы исследования технологических машин и оборудования

ИОПК-12.2 Демонстрирует знание современных проблем науки при разработке технологий, технологических машин и оборудования производств

ИОПК-12.3 Способен оформлять отчеты и обзоры по результатам выполненных исследований

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к базовой части учебного плана (Б1.О.9). Изучается в 1 семестре обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах:

Высшая математика, Физика, Метрология стандартизация и сертификация, Методы и средства научных исследований,

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин:

Автоматизированные методы управления качеством, «Методы создания и проектирования машин», «Математические методы в инженерии».

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	34
Лекции	-
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	34
Самостоятельная работа в часах	110
Форма промежуточной аттестации	

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	-
Практические занятия	-

Лабораторные занятия	34
Консультации	-
Зачет/зачеты	
Экзамен/экзамены	
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Всего	34

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1.	Подготовка и проведение предварительного эксперимента.	6			2	6
2.	Задачи первичной обработки результатов предварительного эксперимента	6			2	6
3.	Методы исключения резко выделяющихся экспериментальных данных	6			2	6
4.	Определение числовых характеристик совокупности случайных величин.	6			2	6
5.	Ошибки и доверительные интервалы оценок характеристик нормального распределения. Доверительный объем измерений.	6			2	6
6.	Сравнение числовых характеристик по выборочным данным	6			2	6
7.	Проверка стационарности процесса и случайности значений параметров в выборке.	6			2	6

8.	Подготовка и проведение основного эксперимента. Входные и выходные параметры процесса	6			2	6
9.	Выбор значений основных уровней факторов и интервалов их варьирования	6			2	6
10.	Методы определения регрессионных однофакторных математических моделей (РОФМ) при традиционном планировании активного эксперимента. Полиномиальная регрессионная модель и условия для ее определения	6			2	6
11.	Определение статистических регрессионных многофакторных моделей (РНФМ) по данным эксперимента с факторным планированием. Полный факторный эксперимент.	6			2	6
12.	Дробный факторный эксперимент. Ранжирование факторов.	6			2	6
13.	Метод случайного баланса. Отсеивающие эксперименты.	6			2	6
14.	Определение полиномиальной регрессионной многофакторной модели (РМФМ) второго порядка по результатам ротатабельного центрального композиционного эксперимента (РЦКЭ)	6			2	6
15.	Задачи и методы оптимизации	6			2	4
16.	Эксперименты	6			2	4

	статистического градиентного крутого восхождения					
17.	Эксперименты с симплексным последовательным' планированием	6			2	4
18.	Оптимизация состава смесей	6			2	4
19.	Подготовка к зачету					12
	Итого:	144			34	110

5.2. Содержание:

1. Подготовка и проведение предварительного эксперимента.
2. Задачи первичной обработки результатов предварительного эксперимента
3. Методы исключения резко выделяющихся экспериментальных данных
4. Определение числовых характеристик совокупности случайных величин.
5. Ошибки и доверительные интервалы оценок характеристик нормального распределения. Доверительный объем измерений.
6. Сравнение числовых характеристик по выборочным данным
7. Проверка стационарности процесса и случайности значений параметров в выборке.
8. Подготовка и проведение основного эксперимента. Входные и выходные параметры процесса
9. Выбор значений основных уровней факторов и интервалов их варьирования
10. Методы определения регрессионных однофакторных математических моделей (РОФМ) при традиционном планировании активного эксперимента. Полиномиальная регрессионная модель и условия для ее определения
11. Определение статистических регрессионных многофакторных моделей (РНФМ) по данным эксперимента с факторным планированием. Полный факторный эксперимент.
12. Дробный факторный эксперимент. Ранжирование факторов.
13. Метод случайного баланса. Отсеивающие эксперименты.

14. Определение полиномиальной регрессионной многофакторной модели (РМФМ) второго порядка по результатам ротатабельного центрального композиционного эксперимента (РЦКЭ)
15. Задачи и методы оптимизации
16. Эксперименты статистического градиентного крутого восхождения
17. Эксперименты с симплексным последовательным планированием
18. Оптимизация состава смесей

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Подготовка и проведение предварительного эксперимента.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
2.	Задачи первичной обработки результатов предварительного эксперимента	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
3.	Методы исключения резко выделяющихся экспериментальных данных	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
4.	Определение числовых характеристик совокупности случайных величин.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
5.	Ошибки и доверительные интервалы оценок характеристик	Изучение теоретического материала. Подготовка к	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной	Опрос в ходе лабораторной работы

	нормального распределения. Доверительный объем измерений.	лабораторной работе		литературы	
6.	Сравнение числовых характеристик по выборочным данным	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
7.	Подготовка реферата на предложенную тему	Изучение материала по предложенной теме. Ознакомление с правилами формирования библиографических списков. Изучение стандартов на оформление текстовых документов	9	Изучение материала по теме реферата проводить с использованием средств автоматизированного поиска систем E-library, SCOPUS, Web of Science.	Защита реферата
8.	Проверка стационарности процесса и случайности значений параметров в выборке.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
9.	Подготовка и проведение основного эксперимента. Входные и выходные параметры процесса	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
10.	Выбор значений основных уровней факторов и интервалов их варьирования	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
11.	Методы определения регрессионных однофакторных математических	Изучение теоретического материала. Подготовка к	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной	Опрос в ходе лабораторной работы

	моделей (РОФМ) при традиционном планировании активного эксперимента. Полиномиальная регрессионная модель и условия для ее определения	лабораторной работе		литературы	
12.	Определение статистических регрессионных многофакторных моделей (РНФМ) по данным эксперимента с факторным планированием. Полный факторный эксперимент.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
13.	Дробный факторный эксперимент. Ранжирование факторов.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
14.	Метод случайного баланса. Отсеивающие эксперименты.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
15.	Определение полиномиальной регрессионной многофакторной модели (РМФМ) второго порядка по результатам ротатабельного центрального композиционного эксперимента (РЦКЭ)	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
16.	Задачи и методы оптимизации	Изучение теоретического	3	Теоретический материал изучать с использованием	Опрос в ходе лабораторной

		о материала. Подготовка к лабораторной работе		основной и дополнительной литературы	работы
17.	Эксперименты статистического градиентного крутого восхождения	Изучение теоретического о материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
18.	Эксперименты с симплексным последовательным планированием	Изучение теоретического о материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
19.	Оптимизация состава смесей	Изучение теоретического о материала. Подготовка к лабораторной работе	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Опрос в ходе лабораторной работы
20.	Подготовка к экзамену	Повторение и систематизация материала за весь курс	9	Использовать основную и дополнительную литературу, отчеты по лабораторным работам, материалы реферата.	экзамена
	Итого		110		

6.2. Тематика и задания для практических занятий (при наличии)

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

1. Тема: Подготовка и проведение предварительного эксперимента.

Задание: Провести анализ факторов, влияющих на выходной параметр процесса по выбору преподавателя. Выяснить какие параметры нуждаются в уточнении путем предварительного эксперимента

2. Тема: Задачи первичной обработки результатов предварительного эксперимента.

Задание: Провести анализ методов измерения на возможное возникновение систематических ошибок

3. Тема: Методы исключения резко выделяющихся экспериментальных данных.

Задание: Провести анализ набора экспериментальных данных на наличие резко выделяющихся значений.

4. Тема: Определение числовых характеристик совокупности случайных величин.

Задание: Рассчитать числовые характеристики совокупности случайных величин по выбору преподавателя.

5. Тема: Ошибки и доверительные интервалы оценок характеристик нормального распределения. Доверительный объем измерений.

Задание: Рассчитать доверительные интервалы для предложенных преподавателем выборок.

6. Тема: Сравнение числовых характеристик по выборочным данным.

Задание: Провести сравнение средних и дисперсий двух выборок по критериям Стьюдента и Фишера.

7. Тема: Проверка стационарности процесса и случайности значений параметров в выборке.

Задание: Провести проверку, заданной преподавателем выборки, на стационарность процесса и случайность значений.

8. Тема: Подготовка и проведение основного эксперимента. Входные и выходные параметры процесса.

Задание: Ознакомиться с методикой проведения основного эксперимента.

9. Тема: Выбор значений основных уровней факторов и интервалов их варьирования.

Задание: Провести обоснование выбора основных уровней факторов и интервалов их варьирования для экспериментального исследования процесса по выбору преподавателя.

10. Тема: Методы определения регрессионных однофакторных математических моделей (РОФМ) при традиционном планировании активного эксперимента. Полиномиальная регрессионная модель и условия для ее определения.

Задание: Провести обработку набора экспериментальных данных для получения полиномиальных моделей первого, второго и третьего порядка. Оценить целесообразность получения моделей более высоких порядков.

11. Тема: Определение статистических регрессионных многофакторных моделей (РНФМ) по данным эксперимента с факторным планированием. Полный факторный эксперимент.

Задание: Провести полный факторный эксперимент процесса, по выбору преподавателя, и его обработку.

12. Тема: Дробный факторный эксперимент. Ранжирование факторов.

Задание: Провести ранжирование факторов процесса, указанного преподавателем, с последующей обработкой по методике дробного факторного эксперимента.

13. Тема: Метод случайного баланса. Отсеивающие эксперименты.

Задание: Провести оценку влияния факторов в процессе, указанном преподавателем, методом случайного баланса.

14. Тема: Определение полиномиальной регрессионной многофакторной модели (РМФМ) второго порядка по результатам ротatableльного центрального композиционного эксперимента (РЦКЭ).

Задание: Построить полиномиальную модель по результатам обработки (РЦКЭ).

15. Тема: Задачи и методы оптимизации.

Задание: Познакомиться с экспериментальными методами оптимизации, применяемыми для анализа технологических процессов в промышленности.

16. Тема: Эксперименты статистического градиентного крутого восхождения.

Задание: Провести поиск экстремума методом статистического градиентного крутого восхождения на модельном примере процесса.

17. Тема: Эксперименты с симплексным последовательным планированием.

Задание: Провести поиск экстремума методом симплексного последовательного планирования на модельном примере процесса из предыдущего задания и сравнить затраты времени на проведение экспериментов.

19. Тема: Оптимизация состава смесей.

Задание: Ознакомиться с особенностями экспериментальных методов

оптимизации состава смесей.

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов) при наличии

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная:

Рекомендации:

1. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов/ Ю.П.Грачев, Ю.М.Плаксин.- М.: ДеЛипринт-Москва, 2005.
2. Волосухин Я. В. Планирование научного эксперимента: Учебник/В.А.Волосухин, А.И.Тищенко, 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 176 с.:

б) дополнительная:

1. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. — М. : Юрайт, 2012. — 479 с.
2. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение. 1981. – 184 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Теория и планирование эксперимента. <http://appmath.narod.ru/index.html>
2. ЭБС «Znanium»

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Оборудованные аудитории

Посадочных мест - по числу студентов, рабочее место преподавателя, рабочая доска, комплект учебно-методических пособий, персональный компьютер. Ноутбук с мультимедийным проектором.

Аудитории обеспечены компьютерами Intel Pentium Dual-Core E5200 2.50 GHz Socket 775/800 MHz BOX. Сетевые ПЭВМ с набором необходимого программного обеспечения.

Рабочие места: 128 индивидуальных рабочих мест, копировальный аппарат - 1шт.; ПК - 3шт.; экран и мультимедийный проектор - 1шт. LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)/OpenOffice (тип лицензии - Apache License 2.0) - 25шт; АИБС MarkSQL - 25шт. лицензия 260420060420.

Рабочие места, оснащенные ПК - 25шт.; демонстрационная LCD-панель - 1шт.; аудио 2.1 - 1шт.; принтеры в т.ч. большеформатный и цветной - 4шт.; сканеры (A2 и A4) - 2шт.; web-камеры - 3шт. микрофоны - 2шт. LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)/OpenOffice (тип лицензии - Apache License 2.0) - 10шт.

17 посадочных мест; 6 компьютеров (5 для читателей, 1 для сотрудника); 2 принтера; 1 копировальный аппарат.

22 посадочных места; 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Оборудование для проведения экспериментальных исследований

1.	Нутромер микрометрический НМ 50-175	1	
2.	Угломер индикаторный 0-360	1	
3.	Индикатор часового типа	5	
4.	Микрометр МК 0-25	4	
5.	Микрометр МК 25-50	2	
6.	Микрометр МК 50-75	2	
7.	Микрометр МК 75-100	2	
8.	Набор щупов №1	4	
9.	Набор щупов №2	2	
10.	Нутромер индикаторный 18-50		4
11.	Стойка для микрометров тип 15		5
12.	Шаблон резьбовой №3	3	
13.	Штангенциркуль	13	
14.	Вискозиметр ВПЖ-1	2	
15.	Датчик силы универсальный 10т		1
16.	Линейка измерительная	3	
17.	Весы AcculabALC-210d4		1
18.	Весы ВНТ	1	
19.	Датчик силы миниатюрный		2
20.	Микроскоп Levenguk	3	
21.	Разрывная машина «Шоппер»		1
22.	Стробоскоп МТ 565	1	
23.	Тахометр комбинированный цифровой		1
24.	Тахометр часовой	2	
25.	Тестер вибрации	2	
26.	Вольтметр	1	