



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

15.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Инжиниринг уникальных материалов и инновационных технологий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Инжиниринг уникальных материалов и инновационных технологий
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

15.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ТОМ, канд. техн. наук  К.Г. Пивоварова

Рецензент:

доцент кафедры ТСиСА, канд. техн. наук  Е.Г. Касаткина

Согласовано:

руководитель образовательной программы  А.Е. Гулин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Инжиниринг уникальных материалов и инновационных технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Е. Гулин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Инжиниринг уникальных материалов и инновационных технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Е. Гулин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Инжиниринг уникальных материалов и инновационных технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Е. Гулин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Инжиниринг уникальных материалов и инновационных технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Е. Гулин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Планирование эксперимента» являются формирование знаний, умений и навыков в области инженерного эксперимента, а также формирование общепрофессиональной компетенции в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Планирование эксперимента входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Методы исследования материалов и процессов

Анализ числовой информации

Математический анализ

Математика

Физика

Информатика и информационные технологии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Планирование эксперимента» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК-4.1	Выбирает и применяет методы и средства измерения для определения свойств материалов и изделий из них
ОПК-4.2	Проводит экспериментальные исследования и использует основные приемы обработки и представления полученных данных

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 61,6 акад. часов;
- аудиторная – 60 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 46,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1 Эксперимент, как предмет исследования. Основные понятия	6	3		3	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка и выполнение практической работы	Устный опрос. Защита практической работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2
2 Математический аппарат теории вероятности и математической статистики применительно к обработке результатов экспериментов		3		3	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка и выполнение практической работы	Устный опрос. Защита практической работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2
3 Обработка статистических экспериментальных результатов		3		3	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка и выполнение практической работы	Устный опрос. Защита практической работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2
4 Статистическое оценивание экспериментальных результатов		3		3	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка и выполнение практической работы	Устный опрос. Защита практической работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2

5 Дисперсионный анализ технологического процесса. Корреляционные связи между показателями качества		4		4	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка и выполнение практической работы	Устный опрос. Защита практической работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2
6 Применение регрессионного анализа для описания экспериментальных зависимостей		4		4	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка и выполнение практической работы	Устный опрос. Защита практической работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2
7 Полный факторный эксперимент		6		6	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка и выполнение практической работы	Устный опрос. Защита практической работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2
8 Дробный факторный эксперимент		4		4	6,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка и выполнение практической работы	Устный опрос. Защита практической работы	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		30		30	46,4			
Итого за семестр		30		30	46,4		зачёт	
Итого по дисциплине		30		30	46,4		зачет	

5 Образовательные технологии

С целью реализации компетентностного подхода, а также формирования и развития профессиональных навыков обучающихся реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала на практических занятиях.

В изложении лекционного материала и при проведении практических занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

При проведении практических работ предполагается использование технологии модульного обучения и коллективного взаимообучения (парная работа трех видов: статическая пара, динамическая пара, вариационная пара).

Самостоятельная работа студентов должна быть направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к практическим занятиям, подготовку к итоговой аттестации.

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж студентов по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;
- применение рекомендаций по составлению тезисов и конспектов по прочитанному материалу;
- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;
- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными;
- самостоятельное составление студентами нестандартных задач и др.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Ленивкина, И. А. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : практикум / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Биолого-технолог. фак; сост. И.А. Ленивкина. - Новосибирск, 2012. - 60 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/516007> (дата обращения: 13.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Соколов, Г. А. Введение в регрессионный анализ и планирование регрессионных экспериментов в экономике: Учеб. пособие / Г.А. Соколов, Р.В. Сагитов. - Москва : ИНФРА-М, 2010. - 202 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-16-003646-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/177060> (дата обращения: 13.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Ковель, А. А. Инженерные аспекты математического планирования эксперимента: Монография / Ковель А.А. - Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 117 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/912632> (дата обращения: 13.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Кальченко, А. А. Планирование эксперимента и обработка результатов с использованием ЭВМ : учебное пособие / А. А. Кальченко, К. Г. Пашенко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3044.pdf&show=dcatalogues/1/1135031/3044.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Рубин, Г. Ш. Планирование эксперимента : учебное пособие / Г. Ш. Рубин, Е. Г. Касаткина, И. А. Михайловский ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3040.pdf&show=dcatalogues/1/1135025/3040.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Радионов, А. А. Планирование эксперимента : учебное пособие [для вузов] / А. А. Радионов, В. В. Шохин ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - 2-е издание. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL :

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4065.pdf&show=dcatalogues/1/1533915/4065.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Рубин, Г. Ш. Планирование эксперимента : учебное пособие / Г. Ш. Рубин, Е. Г. Касаткина, И. А. Михайловский ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3040.pdf&show=dcatalogues/1/1135025/3040.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Рябчиков, М. Ю. Планирование эксперимента и обработка результатов измерений : практикум / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 141 с. : ил., гистогр., граф., схемы, табл. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=619.pdf&show=dcatalogues/1/1107849/619.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0379-1. - Имеется печатный аналог.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
STATISTICA 7Zip	К-139-08 от	бессрочно
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт электронных ресурсов библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	URL: http://www1.fips.ru/
Российская государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: http://window.edu.ru/
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://ink.springer.com/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база	http://scopus.com
Международная база научных материалов в области физики	http://materials.springer.com/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer	https://www.nature.com/siteindex

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, которая предполагает выполнение практических работ

Практическая работа № 1 «Сущность эксперимента»,

Практическая работа № 2 «Числовые характеристики случайной величины»,

Практическая работа № 3 «Представление экспериментальных результатов»,

Практическая работа № 4 «Оценка значимости экспериментальных результатов»,

Практическая работа № 5 «Корреляционный анализ»,

Практическая работа № 6 «Регрессионный анализ»,

Практическая работа № 7 «Полный факторный эксперимент»,

Практическая работа № 8 «Дробный факторный эксперимент».

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся также осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала по отдельным вопросам изучаемых тем.

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение:

1. Эксперимент как предмет исследования. Основные понятия.
2. Последовательность действий при реализации активного эксперимента. Принятие решений перед планированием активного эксперимента.
3. Классификация видов экспериментальных исследований.
4. Случайные величины. Законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин.
5. Основные числовые характеристики случайных величин.
6. Обработка и анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости.
7. Нормальный закон распределения случайной величины.
8. Регрессионный анализ. Основные понятия. Построение и исследование регрессионных моделей.
9. Дисперсионный анализ экспериментальных данных. Основные сведения.
10. Оценка и отсеб погрешностей результатов параллельных опытов.
11. Построение плана проведения двухуровневого эксперимента. Матрица планирования эксперимента
12. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии.
13. Проверка однородности нескольких дисперсий.
14. ПФЭ и математическая модель объекта исследования. Проверка адекватности математической модели по критерию Фишера.
15. Планирование эксперимента первого и второго порядков. Основные понятия.
16. Полный факторный эксперимент.
17. Дробный факторный эксперимент.
18. Статистический анализ результатов активного эксперимента.
19. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Метод покоординатной оптимизации. Метод крутого восхождения
20. Практическое применение современных методов планирования эксперимента при проектировании и исследовании технологических процессов получения и обработки наноматериалов.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		
ОПК-4.1	Выбирает и применяет методы и средства измерения для определения свойств материалов и изделий из них	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Эксперимент как предмет исследования. Основные понятия. 2. Последовательность действий при реализации активного эксперимента. Принятие решений перед планированием активного эксперимента. 3. Классификация видов экспериментальных исследований. 4. Случайные величины. Законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин. 5. Основные числовые характеристики случайных величин. 6. Обработка и анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости. 7. Нормальный закон распределения случайной величины. 8. Регрессионный анализ. Основные понятия. Построение и исследование регрессионных моделей. 9. Дисперсионный анализ экспериментальных данных. Основные сведения. 10. Оценка и отсеб погрешностей результатов параллельных опытов. 11. Построение плана проведения двухуровневого эксперимента. Матрица планирования эксперимента 12. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. 13. Проверка однородности нескольких дисперсий. 14. ПФЭ и математическая модель объекта исследования. Проверка адекватности математической модели по критерию Фишера. 15. Планирование эксперимента первого и второго порядков. Основные понятия. 16. Полный факторный эксперимент. 17. Дробный факторный эксперимент. 18. Статистический анализ результатов активного эксперимента. 19. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Метод покоординатной оптимизации. Метод крутого восхождения 20. Практическое применение современных методов планирования эксперимента при проектировании и исследовании технологических процессов получения и обработки наноматериалов.

ОПК-4.2	Проводит экспериментальное исследование и использует основные приемы обработки и представления полученных данных	<p>Примерные практические задания для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Продемонстрировать умение сбора и обработки информации по заданной теме, используя знание теории проведения эксперимента. 2. Продемонстрировать умение выбирать планы эксперимента, необходимые для исследования, используя навыки обработки экспериментов
---------	--	---

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Планирование эксперимента» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания зачета:

на оценку «*зачтено*» студент должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и продемонстрировать интеллектуальные навыки решения проблем, нахождения уникальных ответов, вынесения критических суждений; продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку «*не зачтено*» студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.