

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА»

Направление: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ниндакова Лидия Очировна
Дата подписания: 23.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 26.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 23.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Планирование и обработка результатов эксперимента» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-3 Способен выбирать и применять на практике методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации	ПК-3.6

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-3.6	Знать: основные характеристики случайных величин и методы математической статистики для обработки опытных данных в зависимости от цели исследования; Уметь: пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения инженерных вопросов; Владеть: методами построения вероятностных и статистических моделей для задач, связанных с профессиональной деятельностью	Знать Знать: основные характеристики случайных величин и методы математической статистики для обработки опытных данных в зависимости от цели исследования; Уметь Уметь: пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения инженерных вопросов; Владеть Владеть: методами построения вероятностных и статистических моделей для задач, связанных с профессиональной деятельностью

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Планирование и обработка результатов эксперимента» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Методы математического моделирования», «Производственная практика: научно-исследовательская работа (научно-исследовательский семинар)»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Физико-химия наносистем и поверхностных явлений», «Оборудование и процессы получения микро- и наноматериалов», «Наноструктурное материаловедение»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3

Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	26	26
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	33	33
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Измерение физических величин.Типы величин и погрешностей измерений. Случайные величины и их характеристики	1	1			1, 2, 3	12			Устный опрос
2	Нормальное распределение и его свойства. Нормальное распределение. Правило «3 стандартов». Коэффициент Стьюдента.	2	2			4	4	1	26	Устный опрос
3	Методы корреляционного и регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов	3	4			6	3			Устный опрос
4	Основы планирования эксперимента. Определение необходимого числа измерений. Ведение лабораторного	4	2			5	4			Устный опрос

	журнала.									
5	План эксперимента. Классификация задач эксперимента.	5, 6	4			7	3	2	7	Устный опрос
6	План эксперимента для однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа.									Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13				26		33	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Измерение физических величин. Типы величин и погрешностей измерений. Случайные величины и их характеристики	Определение абсолютного значения некоторой физической величины. Понятия и определения основных типов физических величин и типов погрешностей измерений. Основные характеристики случайных величин. Дисперсионный анализ.
2	Нормальное распределение и его свойства. Нормальное распределение. Правило «3 стандарт»». Коэффициент Стьюдента.	Нормальный закон распределения случайных погрешностей измерений. Доверительная оценка с помощью правила «трех сигм», или правила «трех стандарт»». Зависимость погрешности отдельного измерения и величины σ от числа n .
3	Методы корреляционного и регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов	Отсутствие или наличие связи между переменными с некоторой наперед заданной доверительной вероятностью. Коэффициент корреляции. Построение математической модели по результатам эксперимента. Проверка адекватности модели. Определение функциональной зависимости между различными величинами по их экспериментальным значениям. Определение уравнения регрессии методом наименьших квадратов
4	Основы планирования эксперимента. Определение необходимого числа измерений. Ведение лабораторного журнала.	Классификация экспериментов по структуре, по стадии научных исследований, по характеру постановки задачи для определения модели объекта, по способу проведения. Математическая модель объекта исследования. Функция отклика.

5	План эксперимента. Классификация задач эксперимента.	Измерительные процессы. Дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Корреляционный анализ. Параметры оптимизации.
6	План эксперимента для однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа.	Расчет общей, факториальной и остаточной дисперсии и степеней свободы. Градации факторов, число дублирующих экспериментов, рандомизация. План эксперимента для двухфакторного дисперсионного анализа. Расчет дисперсии и числа степеней свободы.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Основные характеристики случайных величин. Дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ данных в программе Excel	4
2	2 Виды ошибок измерений. Предварительная обработка экспериментальных наблюдений	4
3	Ошибки систематические, случайные и грубые промахи. Отсев грубых ошибок. Доверительная оценка истинного значения измеряемой величины с помощью правила «трех сигм». Доверительная оценка с помощью программы Excel	4
4	Проверка гипотезы нормальности распределения	4
5	Проверка однородности дисперсий. Простейший критерий Фишера. Поиск величин критерия Фишера и критерия Пирсона с помощью программы обработки электронных таблиц Excel. Критерий Кохрена	4
6	Методы корреляционного и регрессионного анализов. Коэффициент корреляции в программе Excel. Определение уравнения регрессии методом наименьших квадратов. Регрессионный анализ в программе Excel	3
7	Построение математической модели по результатам эксперимента	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
---	---------	----------------------------

1	Подготовка к практическим занятиям	26
2	Проработка разделов теоретического материала	7

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Задачи решаются студентами на семинарских занятиях из учебника:

2. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для бакалавров вузов / В. Е. Гмурман, 2013. - 403 с. - Цена 298.98 [1]

Занятие 1. Основные характеристики случайных величин. Функция распределения случайной величины. Плотность распределения вероятностей случайной величины. [1]Стр.87-108, Задачи № 252, 253, 258, 275, 276. 373-378, 392,393.

Занятие 2. Виды ошибок измерений. Предварительная обработка экспериментальных наблюдений с помощью программы Excel.

Занятие 3. Ошибки систематические, случайные и грубые промахи. Отсев грубых ошибок. Доверительная оценка истинного значения измеряемой величины с помощью правила «трех сигм». Доверительная оценка с помощью программы Excel

Занятие 4. Проверка гипотезы нормальности распределения [1]Стр.109-113, Задачи № 334-338

Занятие 5. Дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ данных в программе Excel. Проверка однородности дисперсий. Простейший критерий Фишера. Поиск величин критерия Фишера и критерия Пирсона.с помощью программы обработки электронных таблиц Excel. Критерий Кохрена

Занятие 6. Методы корреляционного и регрессионного анализов. Коэффициент корреляции в программе Excel. Определение уравнения регрессии методом наименьших квадратов. Регрессионный анализ в программе Excel

Занятие 7. Построение математической модели по результатам эксперимента

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельное изучение теоретического курса проводится в соответствии с курсом лекций. В соответствии с планом каждой лекции, студент обязан во время самостоятельной работы повторить и выучить основные определения изучаемого раздела, теоремы и формулы.

Контроль заданий производится на семинарских занятиях в виде письменного отчета. Студенты должны предоставить в письменном виде условия выданных задач и их подробное решение. Защита каждой решённой задачи происходит устно. Студент, пользуясь своими записями, должен рассказать о ходе решения задачи и ответить на вопросы преподавателя по изучаемой теме.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Знание лекционного материала проверяется на лекциях и практических занятиях во время устного опроса по конкретной теме занятия.

Вопросы для контроля:

1. Что описывает нормальный закон распределения и в чем проявляется его фундаментальность?
2. Что такое выборочные функции и для чего они строятся?
3. Основная цель использования выборочных функций.
4. Общее понятие доверительного интервала для точечных оценок.
5. Роль выборочных функций в построении доверительных интервалов.
6. Что необходимо знать для построения доверительного интервала?
7. Как доверительный интервал определяет точность оценки?
8. Связь доверительного интервала, точности и объема информации.¹
9. Основные вопросы, решаемые статистическим анализом.
10. Прикладной смысл среднего квадратического отклонения и коэффициента корреляции.
11. Основная задача корреляционного анализа.
12. Основная задача регрессионного анализа.
12. Основная задача конъюнктного анализа.
14. Основная задача дисперсионного анализа.
15. В чем заключается основная идея дисперсионного анализа?
16. На какие части можно разбить дисперсию результатов однофакторного эксперимента?
18. Что характеризует остаточная дисперсия?
19. Что характеризует межгрупповая дисперсия?
20. Какой вывод можно сделать из сравнения составляющих дисперсий?
21. Как проверяется условие независимости факторов?
22. Какой критерий лежит в основе оценки влияния исследуемого фактора?
23. Как обеспечивается близость распределения исследуемых факторов нормальному распределению?
24. Что такое линия регрессии и из каких соображений выбирается вид линии регрессии?
25. Для чего нужна проверка гипотезы о равенстве нулю коэффициента корреляции?
26. Каким методом находятся параметры линии регрессии?
27. Частным случаем какого метода является метод наименьших квадратов?
28. Какой физический смысл имеет метод наименьших квадратов?
29. Что характеризуют частные дисперсии, исследуемые при построении линии регрессии?
30. Определение эксперимента.
31. Для чего предназначен эксперимент?
32. Что такое активный и пассивный эксперименты?
33. Определение плана эксперимента.
34. Какие факторы задаются в плане эксперимента?
35. Смысловое содержание дисперсионной модели.
36. Смысловое содержание регрессионной модели.
37. Что такое планирование эксперимента и в чем состоит принцип оптимальности плана?
38. Использование среднего квадратического отклонения для планирования объема эксперимента.
39. Использование доверительного интервала для планирования объема эксперимента.
40. Использование статистических критериев для планирования объема эксперимента.
41. Планирование линейного однофакторного эксперимента
42. Суть однофакторного эксперимента.
43. Типовая гипотеза однофакторного эксперимента.

44. Вид дисперсионной математической модели однофакторного эксперимента.
 45. На какие составляющие разбивается дисперсия результатов однофакторного эксперимента?
 46. Чем оценивается значимость исследуемого фактора?

Критерии оценивания.

Отлично

Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;

- в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений;
- знания по предмету демонстрируются на фоне понимания его места в системе данной науки и междисциплинарных связей;
- свободное владение терминологией; ответы на дополнительные вопросы четкие, краткие;

Хорошо

Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделять существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи;

- рассказ недостаточно логичен с единичными ошибками в частностях, исправленными студентом с помощью преподавателя

Удовлетворительно

Ответ не полный, с ошибками в деталях, умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано, речевое оформление требует поправок, коррекции;

- логика и последовательность изложения имеют нарушения, студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи;
- студент не ориентируется в терминологии допускает серьезные ошибки;

Неудовлетворительно

Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками;

- присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения, незнание терминологии, студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины, речь неграмотная;
- ответы на дополнительные вопросы неверные или отсутствуют.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-3.6	Зачтено Оценка «зачтено»: если студент демонстрирует уверенное либо достаточное знание дисциплины. Уверенное знание дисциплины означает, что: - студент самостоятельно и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, отвечает на дополнительные вопросы	Устное собеседование на экзамене по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий.

	по темам билета; - в случае сомнения – отвечает самостоятельно на все дополнительные вопросы по другим темам дисциплины. Достаточное знание дисциплины означает, что: - отвечает самостоятельно на все вопросы билета, при необходимости - с помощью «наводящих» вопросов преподавателя; отвечает на дополнительные вопросы по темам билета; Студент освоил понятийный аппарат дисциплины. Написан реферат и защищен в устной форме с презентацией. Не зачтено. Студент имеет существенные пробелы в знании основного материала по программе, допускает принципиальные ошибки при изложении материала. Оценка «незачет» ставится, если студент не ответил ни на один вопрос билета (ни самостоятельно, ни с помощью «наводящих» вопросов преподавателя); не знает определения терминов: наноматериалы, наноструктуры, наносистемы. Не знает области настоящего и перспективного применения наноматериалов	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в форме устного опроса по билетам с предварительной подготовкой студента. Экзаменатор вправе задавать дополнительные вопросы и давать расчетные задачи по программе данного курса.

При оценивании ответа экзаменатор учитывает:

знание фактического материала по программе, в том числе, знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса, а также истории науки; степень активности студента на семинарских занятиях;

логику, структуру, стиль ответа; культуру речи, манеру общения; готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение

приложить теорию к практике, решить задачи;
наличие пропусков семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам.

Пример задания:

1 Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

Министерство науки и высшего
образования РФ Иркутский национальный
исследовательский технический
университет

«__» _____ 2020 г.

№ _____

Билет №1

к зачету по дисциплине Планирование и
обработка результатов эксперимента
Направление 28.04.01 «Нанотехнологии и
микросистемная техника»

664074 г. Иркутск, Лермонтова, 83

1. Основная задача корреляционного анализа
2. Для чего предназначен эксперимент?_

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Оценка «зачтено»: если студент демонстрирует уверенное либо достаточное знание дисциплины. Уверенное знание дисциплины означает, что: - студент самостоятельно и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, отвечает на дополнительные вопросы по темам билета; - в случае сомнения – отвечает самостоятельно на все дополнительные вопросы по другим темам дисциплины	Не зачтено Студент имеет существенные пробелы в знании основного материала по программе, допускает принципиальные ошибки при изложении материала. Оценка «незачет» ставится, если студент не ответил ни на один вопрос билета (ни самостоятельно, ни с помощью «наводящих» вопросов преподавателя);

7 Основная учебная литература

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для бакалавров вузов / В. Е. Гмурман, 2013. - 478.
2. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебное пособие для магистров по специальности "Прикладная математика" / Н. И. Сидняев, 2012. - 399.
3. Смагунова А. Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии : учебное пособие / А. Н. Смагунова, Г. В. Пашкова, Л. И. Белых, 2017. - 118.

4. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для бакалавров вузов / В. Е. Гмурман, 2013. - 403.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман, 2003. - 403.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.