Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.07.2025 13:24:14
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b348

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

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Планирование, обработка и анализ эксперимента»

Направление подготовки
16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль **«Криогенные технологии индустрии водорода и систем сжиженного газа»**

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

доцент, к.т.н. / А.Е. Ермолаев /

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Техника низких температур»,
к.т.н. / Д.А. Некрасов /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 4
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 8
7. Фонд оценочных средств 10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Планирование, обработка и анализ эксперимента» следует отнести:

– получение знаний для разработки комплекса мероприятий, направленных на эффективную постановку экспериментов.

К основным задачам освоения дисциплины «Планирование, обработка и анализ эксперимента» следует отнести:

– изучение методов рационального порядка и условий проведения исследований в зависимости от их вида и требуемой точности результатов.

– изучение методов анализа достоверности результатов.

Обучение по дисциплине «Планирование, обработка и анализ эксперимента» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, осуществляет её декомпозицию и определяет связи между ее составляющими. ИУК-1.2. Определяет противоречивость и пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, а также критически оценивает релевантность используемых информационных источников. ИУК-1.3. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов с учетом оценки существующих рисков и возможностей их минимизации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Планирование, обработка и анализ эксперимента» относится к элективным дисциплинам блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина «Планирование, обработка и анализ эксперимента» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

– «Методы подобия физических процессов».

– «Перспективы и направления развития и применения низкотемпературных систем и установок».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(е) единиц(ы) (180 часа (ов)).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	
1	**Аудиторные занятия**	**32**	**32**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	10	10	
1.2	Семинарские/практические занятия	22	22	
2	**Самостоятельная работа**	**148**	**148**	
	В том числе:			
2.1	Проработка лекционного материала	74	74	
2.2	Подготовка к семинарам	74	74	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**		
	Итого	**180**	**180**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Введение в погрешности измерений	13	1				12
2	Измерение физических величин	16		4			12
3	Физические величины, встречающиеся в эксперименте.	17	1	4			12
4	Типы погрешностей измерений.	15	1	2			12
5	Случайные величины и их характеристики	15	1	2			12

6	Нормальное распределение и его свойства	6	1				12
7	Коэффициент Стьюдента	13	1				12
8	Суммарная погрешность измерений	16	2	2			12
9	Обработка результатов.	14		2			12
10	Статистическая проверка гипотез	17	1	2			14
11	Основы планирования эксперимента	17	1	2			14
12	Средства измерений	14		2			12
	Итого	**108**	**10**	**36**			**148**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1: «Планирование эксперимента»
1) Вводная часть. Основы планирования эксперимента. Понятие эксперимента. Классификация видов экспериментальных исследований.
2) Измерение физических величин. Типы величин, встречающиеся в эксперименте. Типы и классификация погрешностей измерений.
3) Методы планирования эксперимента. Определение необходимого числа измерений. Ведение лабораторного журнала.
Тема 2: «Обработка экспериментальных данных»
4) Случайные величины и их характеристики. Функция и плотность распределения случайных величин. Параметры распределения случайных величин.
5) Нормальный закон распределения. Свойства нормально распределенной случайной величины X. Правило трех сигм.
6) Методы оценки параметров распределения. Точечная и интервальная оценка параметров распределения. Оценивание с помощью доверительного интервала. Распределение Стьюдента.
7) Статистическая проверка гипотез. Отсев грубых погрешностей. Критерий Смирнова. Критерий Диксона.
III. Тема 3: «Анализ экспериментальных данных»
8) Оценка погрешности при прямых и косвенных измерениях. Суммарная погрешность измерений. Учет погрешности в записи окончательного результата измерения.
9) Компьютерная обработка результатов инженерного эксперимента. Статистические функции Microsoft Excel 2010.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1: «Планирование эксперимента»
1) Статистический анализ экспериментальных данных. Основные понятия. Знакомство с понятием ВЫБОРКА.

2) Случайные события. Основные теоремы теории вероятности. 2
II. Тема 2: «Обработка экспериментальных данных»
3) Дискретные случайные величины. Мат.ожидание. Дисперсия. Функция распределения.
4) Непрерывные случайные величины. Мат.ожидание. Дисперсия. Функция распределения.
5) Точечное оценивание параметров при нормальном распределении. 2
6) Интервальное оценивание параметров распределения. Доверительный интервал. Выборочные распределения.
7) Проверка статистических гипотез. Критерии значимости. 2
III. Тема 3: «Анализ экспериментальных данных»
8) Расчет погрешностей измерении. 2
9) Решение основных типов задач с помощью Microsoft Excel.

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения [Текст]. - Введ. 2002-11-01. - М. : Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2009.

4.2 Основная литература

1. Щурин, К. В. Планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / К. В. Щурин, О. А. Копылов, И. Г. Панин. — Королёв : МГОТУ, 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-00140-385-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140930(дата обращения: 31.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3 Дополнительная литература

1. Обработка и анализ данных химического эксперимента : учебно-методическое пособие / Е. В. Бурляева, А. С. Кузнецов, С. В. Разливинская, Е. Г. Шмакова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 67 с. — ISBN 978-5-7339-1677-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/311465(дата обращения: 31.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Планирование, обработка и анализ эксперимента
   https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10582

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Microsoft Excel.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

нет

Ссылки на ресурсы должны содержать актуальный электронный адрес и быть доступными для перехода с любого компьютера.

5. Материально-техническое обеспечение

Лекционные и практические занятия и лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях кафедры Ав2214 и Ав2103, оснащенных соответствующим испытательным стендовым оборудованием, плакатами, натурными образцами узлов, деталей машин.

При кафедре работает консультационно-вычислительный класс Ав2209 для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения,

раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к лекционным, семинарским (практическим) занятиям

- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра

- Устный опрос, собеседование
- Тестирование

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Результаты обучения оцениваются по балльной шкале, баллы начисляются студенту по результатам выполнения обязательных работ.

Оценка	Количество баллов

отлично	от 81 до 100
хорошо	от 61 до 80
удовлетворительно	от 41 до 60
неудовлетворительно	40 и менее

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Темы для устных опросов

1. Что такое абсолютная и относительная погрешности измерения?
2. Что такое приборная (систематическая), модельная и случайная погрешности?
3. Что характеризуют средним значением и стандартным квадратичным отклонением? Как эти величины оценивают исходя из экспериментальных результатов?
4. Почему нормальное распределение чаще других встречается в эксперименте?
5. Какой смысл придают понятиям доверительной вероятности и доверительного интервала?
6. Классификация видов экспериментальных исследований.
7. Измерение физических величин. Типы величин, встречающиеся в эксперименте.
8. Типы и классификация погрешностей измерений.
9. Методы планирования эксперимента.
10. Определение необходимого числа измерений.
11. Случайные величины и их характеристики.
12. Функция и плотность распределения случайных величин.
13. Параметры распределения случайных величин.
14. Нормальный закон распределения.
15. Свойства нормально распределенной случайной величины X. Правило трех сигм.
16. Методы оценки параметров распределения.
17. Точечная и интервальная оценка параметров распределения.
18. Оценивание с помощью доверительного интервала.
19. Распределение Стьюдента.
20. Отсев грубых погрешностей.
21. Анализ экспериментальных данных
22. Оценка погрешности при прямых и косвенных измерениях.
23. Суммарная погрешность измерений.
24. Учет погрешности в записи окончательного результата измерения.

Пример тестового задания

1. Случайная погрешность …

A. составляющая погрешности случайным образом изменяющаяся при повторных измерениях

B. разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины

C. абсолютная погрешность, деленная на действительное значение

2. Какова связь точности измерений с ценой деления прибора?

A. Чем меньше цена деления, тем больше точность измерения

B. Чем меньше цена деления, тем меньше точность измерения

C. Чем больше цена деления, тем больше точность измерения

3. К грубым ошибкам относятся:

A. просчеты экспериментатора

B. сбои вычислительной техники

C. резкое изменение условий эксперимента;

D. Все вышеперечисленные ответы

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Примерные вопросы к экзамену

1. Планирование эксперимента
2. Основы планирования эксперимента.
3. Понятие эксперимента.
4. Классификация видов экспериментальных исследований.
5. Измерение физических величин. Типы величин, встречающиеся в эксперименте.
6. Типы и классификация погрешностей измерений.
7. Методы планирования эксперимента.
8. Определение необходимого числа измерений.
9. Обработка экспериментальных данных
10. Случайные величины и их характеристики.
11. Функция и плотность распределения случайных величин.
12. Параметры распределения случайных величин.
13. Нормальный закон распределения.
14. Свойства нормально распределенной случайной величины X. Правило трех сигм.
15. Методы оценки параметров распределения.

16. Точечная и интервальная оценка параметров распределения.
17. Оценивание с помощью доверительного интервала.
18. Распределение Стьюдента.
19. Статистическая проверка гипотез.
20. Отсев грубых погрешностей.
21. Анализ экспериментальных данных
22. Оценка погрешности при прямых и косвенных измерениях.
23. Суммарная погрешность измерений.
24. Учет погрешности в записи окончательного результата измерения.
25. С какой целью в окончательный результат многократного измерения вводят коэффициент Стьюдента?
26. Как количественно оценивают приборную погрешность?
27. Каким образом находят суммарную погрешность окончательного результата измерения, учитывающую приборную погрешность?
28. Перечислите правила округления и записи окончательного результата измерения в стандартной форме.
29. Какую модель использует метод наименьших квадратов и как она связана с его названием?Каков алгоритм метода?
30. С какой целью проводят статистический анализ результатов эксперимента?
31. Какая существует связь между коэффициентами Стьюдента и собственно распределением Стьюдента?
32. Опишите процедуру статистического сравниядвух значений одной и той же постоянной величины, полученных в независимых измерениях.
33. Как проверить гипотезу о совпадении двух независимых средних величин?
34. Как проверить гипотезу о линейности экспериментально полученной зависимости?
35. Перечислите основные требования к ведению лабораторного журнала и оформлению научного отчета.
36. Какими средствами измерений возможно измерение температуры?
37. Какими средствами измерений возможно измерение массы?
38. Как проводятся объемные измерения?
39. Какие существуют средства линейных и угловых измерений?
40. Какие применяются нетрадиционные способы измерений?

Образец экзаменационного билета

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

Факультет **ХТиБ** Кафедра **Техника низких температур**
Дисциплина **Планирование, обработка и анализ эксперимента**
Направление **16.04.03**
Курс 1 группа **224-551,** форма обучения **очная**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Нормальный закон распределения.
2. Отсев грубых погрешностей.
3. Понятие эксперимента.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Планирование, обработка и анализ эксперимента».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует 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.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетвори-тельно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетвори-тельно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. 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.