

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории эксперимента и математической обработки результатов

Кафедра неорганической химии и химической экологии
химический факультет

Образовательная программа магистратуры
18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль) подготовки
Энерго- и ресурсосберегающие процессы производства стекла и
стеклокомпозитов

Форма обучения
Очная


Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2022

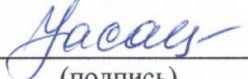
Рабочая программа дисциплины «Основы теории эксперимента и математической обработки результатов» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** от «07» августа 2020 г. №909.

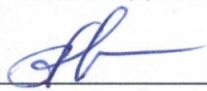
Разработчик: кафедра неорганической химии и химической экологии,
Исаев А.Б. - к.х.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии
от «16» 02 2022 г., протокол № 6

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «18» 03 2022 г., протокол № 7

Председатель  Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «31» 03 2022 г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Основы теории эксперимента и математической обработки результатов» входит в обязательную часть ОПОП магистратуры по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии и химической экологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией планирования и осуществления экспериментальных исследований, обработки результатов эксперимента для проведения научно-исследовательских и поисковых работ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: ОПК-1, ОПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лекц ии	Лаборат орные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации				
1	144	36	18		18			108	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы теории эксперимента и математической обработки результатов» является получение навыков по постановке, проведению и обработке результатов экспериментальных исследований, а так же ознакомление с математическими методами, применяемыми при планировании эксперимента и обработке результатов эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Основы теории эксперимента и математической обработки результатов» входит в обязательную часть ОПОП магистратуры по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина «Основы теории эксперимента и математической обработки результатов» является основой для осуществления научно-исследовательской работы, учебной практики магистров, выполнения их магистерской диссертации, а также других дисциплин из учебного плана магистров таких как «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем», «Моделирование технологических и природных систем» и т.д.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1.1. Воспринимает профессиональную информацию, систематизирует и анализирует ее, выявляет ошибочные суждения и логические противоречия, опираясь на знание теоретических основ фундаментальных разделов естественных наук	Знает: теоретические основы фундаментальных разделов естественных наук и способы их использования при решении конкретных профессиональных задач Умеет: проводить простые операции с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых естественно-научных дисциплин; сопоставлять профессиональную информацию из разных источников, выявлять ошибки и логические противоречия. Владеет: навыками критического анализа профессиональной литературы.	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа Экзамен
	ОПК-1.2. Способен формулировать научно-исследовательские задачи, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок в области реализации энерго- и ресурсосбережения	Знает: методы и приемы организации, выполнения экспериментальных исследований в области реализации энерго- и ресурсосбережения на современном уровне и анализа их результатов Умеет: решать профессиональные задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения, используя фундаментальные знания, применять фундаментальные знания	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа Экзамен

		для решения задач в междисциплинарных областях профессиональной деятельности Владеет: навыками сбора, обработки, систематизации информации, выбора методов и средств решения исследовательских задач и технических разработок в области реализации энерго- и ресурсосбережения	
	ОПК-1.3. Использует методы математического моделирования материалов и технологических процессов при теоретическом анализе и экспериментальной проверке теоретических гипотез	Знает: методику применения современных информационных технологий для создания элементов математических моделей для процессов и технологий и приемов их экспериментальной проверки Умеет: применять современные технологии для самостоятельного формирования математических моделей с выбором оптимальных технологических параметров и подтверждением их экспериментальными исследованиями Владеет: приемами и методами создания математических моделей с применением современного информационного обеспечения; использует прикладные программные продукты для обоснования математических моделей и их экспериментальной проверки	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа Экзамен
	ОПК-1.4. Способен организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу	Знает: базовые принципы и методы организации научных исследований, основные источники научно-технической информации, а также методики и принципы формирования новых подходов для решения научно-технических задач при работе в научном коллективе. Умеет: самостоятельно ставить цели исследования, формулировать личные и коллективные планы и задачи по их реализации, выбирать методику, приборное обеспечение, форму представления и обсуждения результатов полученных личной и коллективной научной деятельности Владеет: навыками получения и критической оценки научно-технической информации, навыками планирования и представления результатов проводимых научных исследований, навыками, активного общения с коллегами из научного коллектива, коллективного обсуждения результатов работы, формирования новых коллективных подходов в решении научно-исследовательских задач	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа Экзамен
ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики,	ОПК-2.1. Способен использовать современные методики и методы, в проведении	Знает: сферы применения, современные методики и методы использования лабораторного оборудования и приборов при	Устный опрос, письменный опрос Контрольная

<p>организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты</p>	<p>экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию</p>	<p>проведении экспериментов, способы планирования эксперимента, обработки результатов и их анализа, осуществления их корректной интерпретации. Умеет: различать сферы применения лабораторного оборудования и приборов, использовать современные методики и методы в проведении экспериментов, применять способы планирования, обработки результатов эксперимента, осуществлять анализ и проводить корректную интерпретацию полученных экспериментальных данных. Владеет: навыками определения сферы применения лабораторного оборудования и приборов, использования современных методик и метод в научных исследованиях</p>	<p>работа Экзамен</p>
	<p>ОПК-2.2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи</p>	<p>Знает: основные правила и приемы составления библиографических баз данных использованием стандартного программного обеспечения; Умеет: применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке докладов; анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений; Владеет: навыками работы с научными и образовательными порталами</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа Экзамен</p>
	<p>ОПК-2.3. Способен составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований</p>	<p>Знает: основные правила и методы планирования эксперимента; Умеет: применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке докладов; анализировать и обрабатывать получения в результате исследования данные на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии для составления отчетов и презентаций Владеет: навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований; навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов эксперимента при подготовке отчетов и публикаций</p>	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практически е занятия	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Обработка и анализ результатов эксперимента								
1	Основные понятия, термины и определения	1	2	2			8	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Теория эксперимента.	1	2	2			8	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
3	Обработка и анализ результатов эксперимента	1	2	2			8	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 1:</i>			6	6			24	Коллоквиум
Модуль 2. Планирование эксперимента								
1	Основы теории планирования эксперимента	1	2	2			8	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Пассивный и активный эксперимент	1	2	2			8	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
3	Планы первого порядка и второго порядка	1	2	2			8	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 2:</i>			6	6			24	Коллоквиум
Модуль 3. Экспериментальная оптимизация объекта исследования								
1	Экспериментальные методы решения оптимизационных задач	1	2	4			12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Построение математической модели	1	4	2			12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 3:</i>			6	6			24	Коллоквиум
Модуль 4. Подготовка к экзамену								
1	Подготовка к экзамену	1					36	экзамен
<i>Итого по модулю 4:</i>							36	экзамен
ИТОГО:			18	18			108	экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Обработка и анализ результатов эксперимента

Тема 1. Основные понятия, термины и определения. Введение. Основные понятия и определения. Эксперимент как предмет исследования. Понятие эксперимента. Структура и основные виды эксперимента.

Тема 2. Теория эксперимента. Случайные величины. Классификация ошибок измерений. Абсолютная и относительная погрешность. Прямые и косвенные измерения. Оценка погрешностей функций приближенных аргументов. Распределение случайных величин. Функция распределения и плотность распределения. Доверительные интервалы и доверительная вероятность, уровень значимости. Числовые характеристики случайной величины. Свойства математического ожидания и дисперсии. Нормированная случайная величина. Квантили. Нормальное и стандартное распределения случайной величины. Функция Лапласа. Задача об абсолютном отклонении. Генеральная совокупность и случайная выборка. Выборочная функция распределения. Гистограммы. Понятие об оценках параметров генерального распределения. Метод максимального правдоподобия. Оценка математического ожидания и дисперсии нормально распределенной случайной величины. Дисперсия среднего серии измерений. Проверка статистических гипотез, критерии значимости, ошибки первого и второго рода. Построение доверительного интервала для математического ожидания непосредственно измеряемой величины. Распределение Стьюдента.

Тема 3. Обработка и анализ результатов эксперимента. Основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях. Нормальное распределение и его свойства. Суммарная погрешность измерений. Оценка точности измерений. Критерии обработки грубых ошибок эксперимента. Методы подбора эмпирических формул. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов.

Модуль 2. Планирование эксперимента

Тема 4. Основы теории планирования эксперимента. Основные понятия и принципы теории планирования эксперимента. Место планирования эксперимента при идентификации технических систем. Функция отклика, факторы, требования к ним. Последовательность планирования и обработки результатов эксперимента. Факторное пространство, выбор плана эксперимента. Проверка воспроизводимости эксперимента, дисперсия воспроизводимости, критерий Кохрена. Статическая оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии, коэфффициент Стьюдента. Проверка гипотезы адекватности математической модели, критерий Фишера.

Тема 5. Пассивный и активный эксперимент. Методы планирования эксперимента. Метод наименьших квадратов Матрица планирования. Критерии оптимальности планов. Элементы теории вероятности и математической статистики. Стадии планирования эксперимента. Установление цели эксперимента. Уточнение условий проведения

эксперимента. Сбор и анализ предварительной (априорной) информации. Входные параметры и выходные параметры эксперимента. Систематическая или случайная погрешность. Точность результатов измерений. Количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных. Статистическая обработка результатов эксперимента. Методы регрессионного и корреляционного анализа. Методы линейной и нелинейной (полиномиальной) интерполяции и экстраполяции. Объяснение полученных результатов и формулирование рекомендаций по их использованию.

Тема 6. Планы первого порядка и второго порядка. Полный факторный эксперимент. Матрица и свойства планов полного факторного эксперимента. Оценка значимости коэффициентов линейной однофакторной модели. Оценка адекватности модели. Дробный факторный эксперимент. Построение планов дробного факторного эксперимента. Свойства планов дробного факторного эксперимента. Планы второго порядка. Основные понятия о планах второго порядка, ортогональные и рототабельные планы

Модуль 3. Экспериментальная оптимизация объекта исследования

Тема 7. Экспериментальные методы решения оптимизационных задач. Формализация и содержательная постановка оптимизационной задачи. Анализ решаемых оптимизационных задач: вариантный анализ и решение по заказу. Математическая запись общего случая задач оптимизации. Классы задач оптимизации: задачи линейного, нелинейного, целочисленного, дискретного, стохастического и динамического программирования, задачи многопараметрической оптимизации. Пример выбора целевой функции, ограничений и граничных условий. Получение исходных данных и адекватной математической модели объекта. Детерминированная и экспериментально-статистическая модели объекта. Решение оптимизационных задач. Исследование поверхности функции отклика объекта. Аналитические методы решения задач оптимизации. Анализ решения и принятие оптимального (рационального) решения. Анализ отсутствия решения. Анализ множественных решений. Анализ найденного решения. Планирование эксперимента для решения оптимизационных задач методом крутого восхождения или наискорейшего спуска. Алгоритмы расчётов и действий с результатами экспериментов, полученных по составленным планам. Метод последовательного симплекс-планирования эксперимента для решения задач оптимизации. Основные положения. Алгоритмы расчётов и действий с результатами экспериментов, полученных по составленным планам. Применение табличного процессора Excel (Microsoft) для решения оптимизационных задач. Определение необходимых зависимостей с помощью программы Excel: линейных и нелинейных зависимостей, зависимостей в форме пользователя. Процедура «Поиск решения». Алгоритмы поиска оптимальных решений, используемые в данной процедуре. Анализ решения.

Тема 8. Построение математической модели. Основные этапы построения математической модели. Формулировка проблемы.

Формализация задачи. Постановка целей и задач моделирования. Выбор численного аппарата и проведение вычислений/решение уравнений. Отладка и корректировка модели. Оценка точности и интерпритация результатов. Комплексирование (встраивание решений в старые системы). Требования к математической модели. Метод экспертных оценок. Моделирование процессов и систем методами статистических испытаний. Основы физического моделирования. Оценка точности и достоверности результатов исследований.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Обработка и анализ результатов эксперимента

Тема 1. Основные понятия, термины и определения.

Тема 2. Теория эксперимента. Корреляционный и регрессионный анализ экспериментальных данных.

Тема 3. Обработка и анализ результатов эксперимента. Определение систематических и случайных ошибок эксперимента. Проверка воспроизводимости эксперимента, дисперсия воспроизводимости.

Модуль 2. Планирование эксперимента

Тема 4. Основы теории планирования эксперимента. Планирование и осуществление полного факторного эксперимента.

Тема 5-6. Пассивный и активный эксперимент. Планы первого порядка и второго порядка. Планирование и осуществление дробного факторного эксперимента.

Модуль 3. Экспериментальная оптимизация объекта исследования

Тема 7. Экспериментальные методы решения оптимизационных задач. Использование компьютерных программ для обработки экспериментальных данных

Тема 8. Построение математической модели. Построение математических моделей химических реакций.

5. Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии:

- ✓ на лекциях по всем разделам используется демонстративный материал в виде презентаций;
- ✓ лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем лаборанта и преподавателя.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных занятий. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Занятия лекционного типа составляют 30% аудиторных занятий.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится экзамен.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7, 8, 9 данного документа.
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7, 8, 9 данного документа.
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к экзамену.	Опрос по экзаменационным билетам	См. разделы 7, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

Промежуточный контроль проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

Итоговый контроль проводится в виде устного экзамена.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы

1. Эксперимент как предмет исследования. Понятие эксперимента.
2. Структура и основные виды эксперимента.
3. Случайные величины. Классификация ошибок измерений.
4. Абсолютная и относительная погрешность.
5. Прямые и косвенные измерения.
6. Оценка погрешностей функций приближенных аргументов.
7. Распределение случайных величин. Функция распределения и плотность распределения.
8. Доверительные интервалы и доверительная вероятность, уровень значимости.
9. Числовые характеристики случайной величины.
10. Свойства математического ожидания и дисперсии.
11. Функция Лапласа.
12. Дисперсия среднего серии измерений.
13. Проверка статистических гипотез, критерии значимости, ошибки первого и второго рода.
14. Построение доверительного интервала для математического ожидания непосредственно измеряемой величины.
15. Распределение Стьюдента.
16. Основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях.
17. Нормальное распределение и его свойства.
18. Суммарная погрешность измерений.
19. Оценка точности измерений.
20. Критерии обработки грубых ошибок эксперимента.
21. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов.
22. Основные понятия и принципы теории планирования эксперимента.
23. Последовательность планирования и обработки результатов эксперимента.
24. Факторное пространство, выбор плана эксперимента. Проверка воспроизводимости эксперимента, дисперсия воспроизводимости.
25. Метод наименьших квадратов.
26. Матрица планирования. Критерии оптимальности планов.
27. Элементы теории вероятности и математической статистики.
28. Стадии планирования эксперимента.
29. Методы регрессионного и корреляционного анализа.
30. Методы линейной и нелинейной (полиномиальной) интерполяции и экстраполяции.

31. Полный факторный эксперимент. Матрица и свойства планов полного факторного эксперимента.
32. Оценка значимости коэффициентов линейной однофакторной модели.
33. Оценка адекватности модели.
34. Дробный факторный эксперимент. Построение планов дробного факторного эксперимента.
35. Формализация и содержательная постановка оптимизационной задачи. Анализ решаемых оптимизационных задач: вариантный анализ и решение по заказу.
36. Аналитические методы решения задач оптимизации.
37. Метод последовательного симплекс-планирования эксперимента для решения задач оптимизации. Основные положения.
38. Основные этапы построения математической модели.
39. Требования к математической модели.
40. Основы физического моделирования.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

1. Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- активность на практических занятиях – 60 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

письменная контрольная работа - 100 баллов.

2. *Критерии выставления оценок на экзамене:*

оценка «отлично»: глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах терминологии дисциплины, представленной в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

оценка «хорошо»: твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном реагировании на замечания по отдельным вопросам;

оценка «удовлетворительно»: знание и понимание основных вопросов программы, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их самостоятельной корректировки;

оценка «неудовлетворительно»: непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменатора.

3. *Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля успеваемости – контрольной работы:*

оценка «отлично»: глубокие исчерпывающие знания материала, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на вопросы билета; использование в необходимой мере в ответах терминологии дисциплины, представленной в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

оценка «хорошо»: твёрдые и достаточно полные знания материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы, могут быть допущены несущественные недочеты в ответах и незначительные нарушения логики изложения материала;

оценка «удовлетворительно»: знание и понимание основных материала, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их последовательного и логического изложения, вызывает затруднение использование терминологии дисциплины;

оценка «неудовлетворительно»: непонимание сущности вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, отсутствие способности к письменному изложению материала.

4. Критерии оценки контрольных работ (коллоквиум):

оценка «отлично»: ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности, демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение находить рациональные пути решения задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении при решении задачи, графических построениях нет ошибок, задача решена рациональным способом с корректным использованием необходимых физико-химических величин, получен верный ответ. Работа выполнена на 76-100%

оценка «хорошо»: дан полный, правильный ответ на основе изученных понятий, концепций, закономерностей, теорий, но допускаются несущественные ошибки в расчетах при решении задач. Работа выполнена на 66-75%.

оценка «удовлетворительно»: дан полный ответ, но при этом есть существенные ошибки указывающие на неумение использовать теоретические знания и умения при решении поставленных задач. Данные пробелы в знаниях не препятствуют дальнейшему обучению. Работа выполнена на 50-65%

оценка «неудовлетворительно»: ответ обнаруживает незнание основного (порогового) содержания учебного материала Работа выполнена менее 50%

5. Критерии оценки устного опроса - критерии оценивания:

оценка «отлично» - выставляется студенту, если студент дал подробные ответы на все заданные вопросы. При этом студент должен показать знания не только из основной литературы, но и знания из дополнительной литературы, сети Internet;

оценка «хорошо» - выставляется студенту, если студент дал полные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в одном вопросе;

оценка «удовлетворительно» - выставляется студенту, если студент дал обобщенные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в нескольких вопросах;

оценка «неудовлетворительно» - выставляется студенту, если студент не дал базовые ответы на все вопросы, не продемонстрировал логической связи между теоретическим и практическим материалом. Не показал знания из основной литературы. Студент допустил значительные ошибки в вопросах.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

1. Фаталиев Н.А. Отдельные вопросы математической обработки результатов эксперимента: пособие для слушателей курсов повыш. квалификации / Фаталиев Н.А., Загиров Н.Ш. - Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала: Изд-во ДГУ, 2012. - 30 с.

2. Зайдель А.Н. Ошибки измерений физических величин: учеб. пособие / Зайдель А.Н. - 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2005. - 108 с.

3. Гутер Р.С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта: Учеб. пособие для вузов / Гутер Р.С., Овчинский Б.В. - Изд. 2-е, перераб. - М.: Наука, 1970. - 432 с.

4. Моисеев, Н.Г. Теория планирования и обработки эксперимента: учебное пособие / Н.Г. Моисеев, Ю.В. Захаров; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 124 с.: ил. - Библиогр.: с. 121. - ISBN 978-5-8158-2010-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494313>

б) дополнительная литература:

1. Козлов А.Ю. Статистический анализ данных в MS Excel: учеб. пособие для студентов вузов / А.Ю. Козлов, В.С. Мхитарян. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 320 с.

2. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учеб. пособие для магистров / Сидняев Н.И. - М.: Юрайт, 2012 - 399с

3. Пергамент М.И. Методы исследований в экспериментальной физике: учеб. пособие для студентов вузов по напр. "Прикл. мат. и физ." / Пергамент М.И. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 300 с.

4. Бакулев В.А. Основы научного исследования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Бакулев, Н.П. Бельская, В.С. Берсенева. - Электрон. текстовые данные. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 64 с. - 978-5-7996-1118-7. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65958.html>.

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

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. –Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. – Яз. рус., англ.

2. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный

3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>.

4. ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/>.

5. ЭБС book.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: www.book.ru/.

6. ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html>.

7. Морозов В. В., Сobotковский Б. Е., Шейнман И. Л. Методы обработки результатов физического эксперимента <http://www.eltech.ru/assets/files/Faculty-FEL/Fisika/MethodExperiment.pdf>

8. Теория ошибок и обработка результатов эксперимента
http://agym.spbu.ru/docs/phys_oshib_4.pdf
9. Статистическая обработка результатов измерений в лабораторном практикуме Попов Е.А., Успенская Г.И.
<http://www.nntu.ru/sites/default/files/file/ietf/fitos/posob/posob1.pdf>
10. Третьяк Л.Н. Обработка результатов наблюдений
<http://window.edu.ru/resource/574/19574/files/metod474.pdf>
11. Бойко Н.Г., Устименко Т.А. Теория и методы инженерного эксперимента
<http://asu30.ru/book/inj/%D0%B1%D0%BE%D0%B9%D0%BA%D0%BE.pdf>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Лекционный курс. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, с целью формирования у студентов знаний и умений в области процессов и аппаратов в химической технологии. В тетради для конспектирования лекций записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студентов в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях, и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Студенту необходимо активно работать с конспектом лекций: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям экзамену, модульным контрольным, при выполнении самостоятельных заданий.

Практические и семинарские занятия. Для успешного освоения этого курса, необходима система практических и семинарских занятий, которая должна помочь студентам закрепить теоретический материал, излагаемый на лекциях, а также привить им ряд практических навыков, необходимых в их будущей педагогической и научно-производственной деятельности. Семинарские занятия проводятся по узловым и наиболее важным темам, разделам учебной программы. Они могут быть построены как на материале одной лекции, так и на содержании нескольких лекций. Контроль за работой студентов осуществляется не только в ходе проверки знаний на занятии, но и при проведении контрольных работ, коллоквиумов. Некоторые разделы выносятся на уровень докладов, которые делают по объявленной теме студенты. Также в систему проверки входят студенческие рефераты. Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного, в общем.

Самостоятельная работа выполняется студентом в виде конспектирования первоисточника, закрепления материала при выполнении практических работ по теме. Результаты самостоятельной работы

контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводится: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Сущность подобия. Теоремы подобия	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Метод по координатной оптимизации	
Метод крутого восхождения	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Моделирование и подобие	
Сущность подобия. Теоремы подобия	
Критерии подобия, π – теорема	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Планирование экспериментов при построении квадратичной модели	
Элементы теории вероятностей	- работа с вопросами для самопроверки;
Числовые характеристики случайной величины	

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Основы теории эксперимента и математической обработки результатов» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office
- Программа Mathcad

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

В соответствии с требованиями ФГОС3++ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком). Имеется компьютерный класс для проведения некоторых лабораторных занятий.

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных компьютерных классах.