

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Д.Ш. Султанова
«07» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 07.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА В ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ»**

Специальность:	18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
Специализация:	Химическая технология органических соединений азота
Квалификация выпускника:	Инженер
Форма обучения:	Очная
Институт:	Инженерный химико-технологический институт
Факультет:	Факультет энергонасыщенных материалов и изделий
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Химии и технологии органических соединений азота»
Курс; семестр	5; 10

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	18	0,5
Лабораторная работа	36	1
Контроль самостоятельной работы	18	0,5
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации: Зачет (10 сем)		
Всего	108	3

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 907 от 07.08.2020) по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий для специализации «Химическая технология органических соединений азота» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

Л.В. Спатлова

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Химии и технологии органических соединений азота», протокол от 11.05.2021 г. № 13.

Заведующий кафедрой *Согласовано* Р.З. Гильманов

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Планирование эксперимента в химии и технологии» являются:

- а) подготовка специалиста, способного планировать и проводить необходимый эксперимент в химии и технологии;
- б) усвоение и раскрытие сущности теории и методов планирования эксперимента;
- в) формирование знаний в планировании, проведении и обработке результатов эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Планирование эксперимента в химии и технологии» относится к формируемой участниками образовательных отношений части ООП и формирует у обучающихся по специализации «Химическая технология органических соединений азота» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Планирование эксперимента в химии и технологии» обучающийся по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Вычислительная математика
2. Информационные технологии

Дисциплина «Планирование эксперимента в химии и технологии» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2. Производственная практика (научно- исследовательская работа)

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК 6 Способен использовать методы математического моделирования и оптимизации, для оценки и прогнозирования свойств и проектирования технологических процессов производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов с использованием современных пакетов автоматизированного расчета и проектирования

ПК 6.1. Знает методы математического моделирования и оптимизации для оценки и прогнозирования свойств и проектирования технологических процессов производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов

ПК 6.2. Умеет прогнозировать свойства материалов и эффективность технологических процессов производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов с использованием современных пакетов автоматизированного расчета и проектирования

ПК 6.3. Владеет методами математического моделирования и оптимизации, навыками проектирования технологических процессов производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов с использованием современных пакетов автоматизированного расчета

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- методы научного исследования;
- признаки подобия и теоремы теории подобия;
- основные принципы построения плана эксперимента;
- статистический анализ экспериментальных данных.

Уметь:

- определять размерность задач;

- проводить эксперимент при поиске оптимальных условий;
- обрабатывать результаты эксперимента.

Владеть:

- основными методами научного исследования;
- навыками эксперимента;
- методами исследования теории подобия;
- навыками построения эксперимента;
- навыками обработки и анализа экспериментальных данных.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основные этапы проведения экспериментальных исследований. Классификация задач эксперимента.	10	2			2	8	Доклад, сообщение
2.	Приемы планирования объема эксперимента с помощью математической статистики.	10	2			2	4	
3.	Свойства планов эксперимента: полнота, сбалансированность, рандомизированность, блочность	10	2			2	4	
4.	Расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости	10	2		6	2	4	
5.	Рототабельное композиционное планирование	10	2		6	2	4	
6.	Симплекс-планирование	10	2		6	2	4	Контрольная работа
7.	Проверка параметрических гипотез	10	2		6	2	4	Доклад, сообщение
8.	Проверка статистических гипотез	10	2		6	2	4	
9.	Проверка значимости коэффициентов.	10	2		6	2		Контрольная работа
	Итого по семестру	10	18		36	18	36	Зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основные этапы проведения экспериментальных исследований. Классификация задач эксперимента.	2	Задачи теоретических исследований. Классификация экспериментальных исследований	ПК 6.1
2.	Приемы планирования объема эксперимента с помощью математической статистики.	2	Представление о параметрах и факторах и предъявляемые к ним требования. Основные свойства объекта.	ПК 6.1
3.	Свойства планов эксперимента: полнота, сбалансированность, рандомизированность, блочность	2	Построение моделей. Сущность подобия. Критерии подобия	ПК 6.1
4.	Расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости	2	История развития. Определения и понятия.	ПК 6.1
5.	Рототабельное композиционное планирование	2	Свойства полного факторного эксперимента. Выбор моделей полного факторного эксперимента.	ПК 6.2
6.	Симплекс-планирование	2	Дробный эксперимент	ПК 6.1
7.	Проверка параметрических гипотез	2	Метод покоординатной оптимизации. Метод крутого восхождения. Симплекс планирование.	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
8.	Проверка статистических гипотез	2	Элементы теории вероятности. Числовые характеристики случайной величины. Числовые характеристики положения.	ПК 6.2
9.	Проверка значимости коэффициентов.	2	Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Метод наименьших квадратов. Теснота связей случайных величин. Регрессионный анализ	ПК 6.2
	ВСЕГО	18		

6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости	6	Вводное занятие. Инструктаж. Лабораторная работа №1. Составление математического планирования	ПК 6.3
2.	Рототабельное композиционное планирование	6	Лабораторная работа №2. Полный факторный эксперимент	ПК 6.3
3.	Симплекс-планирование	6	Лабораторная работа №3. Дробный факторный эксперимент	ПК 6.3
4.	Проверка параметрических гипотез	6	Лабораторная работа №4. Планирование эксперимента при оптимальных условиях	ПК 6.3
5.	Проверка статистических гипотез	6	Лабораторная работа №5. Статистический анализ математических моделей	ПК 6.3
6.	Проверка значимости коэффициентов.	6	Лабораторная работа №6. Анализ результатов с помощью методом наименьших квадратов.	ПК 6.3
	ВСЕГО	36		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Классификация экспериментов. Математическая модель объекта исследования. Основные этапы проведения экспериментальных исследований. Классификация задач эксперимента. Параметры оптимизации. Факторы.	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
2.	Приемы планирования объема эксперимента с помощью математической статистики.	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
3.	Концепция последовательного усложнения разрабатываемой модели. Особенности выявления существенных факторов сложного процесса. Выявление факторов, оказывающих влияние на функцию отклика с помощью метода ранговой корреляции.	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
4.	Разложение функции отклика в степенной ряд, кодирование факторов. Возможность планирования эксперимента, наилучшим образом соответствующего цели исследования.	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
5.	Кодирование факторов. Матрицы планирования эксперимента. Рандомизация опытов. Проведение эксперимента. Проверка однородности дисперсии параллельных опытов, воспроизводимость эксперимента.	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
6.	Обобщающий определяющий контраст. Планирование экспериментов при построении квадратичной модели. Ортогональное центральное композиционное планирование.	4	подготовка к контрольной работе	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
7.	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Метод покоординатной оптимизации. Метод крутого восхождения. Симплекс-планирование.	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
8.	Физические величины. Основные понятия теории измерений. Методы измерений. Погрешности измерений. Математическая модель формирования результата и погрешности Измерения. Правила и формы представления результатов измерений	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
9.	Типовые законы распределения. Геометрическое распределение. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Равномерное распределение. Экспоненциальное распределение. Нормальный закон распределения.	4	подготовка к контрольной работе	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
	ВСЕГО	36		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
-------	---	------	-----------	-----------------------------------

1	2	3	5	6
1.	Классификация экспериментов. Математическая модель объекта исследования. Основные этапы проведения экспериментальных исследований. Классификация задач эксперимента. Параметры оптимизации. Факторы.	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
2.	Приемы планирования объема эксперимента с помощью математической статистики.	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
3.	Концепция последовательного усложнения разрабатываемой модели. Особенности выявления существенных факторов сложного процесса. Выявление факторов, оказывающих влияние на функцию отклика с помощью метода ранговой корреляции.	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
4.	Разложение функции отклика в степенной ряд, кодирование фак-торов. Возможность планирования эксперимента, наилучшим образом соответствующего цели исследования.	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
5.	Кодирование факторов. Матрицы планирования эксперимента. Рандомизация опытов. Проведение эксперимента. Проверка однородности дисперсии параллельных опытов, воспроизводимость эксперимента.	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
6.	Обобщающий определяющий контраст. Планирование экспериментов при построении квадратичной модели. Ортогональное центральное композиционное планирование.	2	проверка контрольной работы	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
7.	Обобщающий определяющий контраст. Планирование экспериментов при построении квадратичной модели. Ортогональное центральное композиционное планирование.	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
8.	Физические величины. Основные понятия теории измерений. Методы измерений. Погрешности измерений. Математическая модель формирования результата и погрешности Измерения. Правила и формы представления результатов измерений	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
9.	Типовые законы распределения. Геометрическое распределение. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Равномерное распределение. Экспоненциальное распределение. Нормальный закон распределения.	2	проверка контрольной работы	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
	ВСЕГО	18		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Планирование эксперимента в химии и технологии» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
10-й семестр			
Доклад, сообщение	7	42	70
Контрольная работа	2	18	30
Итого		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Планирование эксперимента в химии и технологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
Н.Ф. Тимербаев, А.И. Иванов, Р.Г. Сафин, Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Учебник] учеб. пособие: Казань : , 2013	129 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Д.И. Сагдеев, Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2016	66 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, Основы инженерного эксперимента [Прочее] Учебное пособие: Москва : Издательский Центр РИОР; Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018	http://znanium.com/go.php?id=972678 Режим доступа: по подписке КНИТУ
О. П. Дворянинова, Л. И. Назина, Л. Б. Лихачева, Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] Лабораторный практикум. Учебное пособие: Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019	http://www.iprbookshop.ru/88431.html Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
Э. А. Анисимов, М. В. Боярский, Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] Учебное пособие: Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015	http://www.iprbookshop.ru/75439.html Режим доступа: по подписке КНИТУ
Е.В. Чернышева, И.Р. Серых, Основы научных исследований, планирование и организация эксперимента [Учебник] учеб. пособие для магистрантов направл. "Управление качеством": Белгород : , 2014	1 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
, Математическое моделирование и	5 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

планирование эксперимента [Прочее] сборник статей: Л. : Химия, 1971	
Б.И. Мжельский, В.А. Мжельская, Инженерные методы решения задач оптимизации [Задачник] Учеб.пособие по курсу "Спецглавы ВМ (оптимизация в САПР)": М. : Изд-во МЭИ, 1998	1 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов, Математическое моделирование и методы оптимизации [Электронный ресурс] Учебное пособие: Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017	http://www.iprbookshop.ru/73309.html Режим доступа: по подписке КНИТУ
А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров, Методы оптимизации [Прочее] Учебник и практикум Для бакалавриата и магистратуры: Москва : Юрайт, 2019	https://urait.ru/bcode/444155 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Планирование эксперимента в химии и технологии» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Виртуальные лаборатории и технические симуляторы. Доступ свободный.
<https://www.sunspire.ru/products/planexpbd13>
2. Современные профессиональные базы данных (в том числе международные рефератив-ные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы. Доступ свободный.
<https://lib.tusur.ru/ru/resursy>

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Планирование эксперимента в химии и технологии»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;
Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard
Архиватор 7 Zip
Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

Дополнительное ПО доступное по бесплатной подписке от Microsoft

Офисные и деловые программы: Microsoft Office 365 Версия для студентов

Офисные и деловые программы: Microsoft Office 365 Версия для преподавателей

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

- презентационная техника (проектор, экран, ноутбук, материалы к мультимедийной демонстрации);
- компьютеры для проведения лабораторных занятий.

Техническими средствами обучения:

- указания к лабораторным работам;
- столы и стулья;
- меловая доска.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Планирование эксперимента в химии и технологии» составляет 11 ч.

В процессе освоения дисциплины «Планирование эксперимента в химии и технологии» используются следующие образовательные технологии:

В качестве образовательных технологий могут быть использованы:

- дискуссия;
- обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры и образовательные игры);
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- обсуждение и разрешение проблем («мозговой штурм», ПОПС- формула, «дерево решений», «анализ казусов», «переговоры и медиация», «лестницы и змейки»);