

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 «ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»

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 «Теория и методы инженерного эксперимента» являются:

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

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теория и методы инженерного эксперимента» 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 «Теория и методы инженерного эксперимента» обучающийся по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Вычислительная математика
2. Информационные технологии

Дисциплина «Теория и методы инженерного эксперимента» 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	4	Доклад, сообщение
2.	Приемы планирования объема эксперимента с помощью математической статистики.	10	2					4	
3.	Свойства планов эксперимента: полнота, сбалансированность, рандомизированность, блочность.	10	2					4	
4.	Расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости.	10	2			6		4	
5.	Рототабельное композиционное планирование	10	2			6		4	
6.	Симплекс-планирование	10	2			6		4	Контрольная работа
7.	Пример проверки гипотезы о нормальном законе распределения экспериментальных данных.	10	2			6		4	Доклад, сообщение
8.	Определение необходимого количества опытов. Проверка статистических гипотез.	10	2			6	2	4	
9.	Проверка значимости коэффициентов	10	2			6		4	Контрольная работа
	<b>Итого по семестру</b>	<b>10</b>	<b>18</b>			<b>36</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>Зачет</b>

#### 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 ПК 6.2 ПК 6.3
5.	Рототабельное композиционное планирование	2	Свойства полного факторного эксперимента. Выбор моделей полного факторного эксперимента.	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
6.	Симплекс-планирование	2	Дробный эксперимент	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
7.	Пример проверки гипотезы о нормальном законе распределения экспериментальных данных.	2	Метод покоординатной оптимизации. Метод крутого восхождения. Симплекс планирование.	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
8.	Определение необходимого количества опытов. Проверка статистических гипотез.	2	Элементы теории вероятности. Числовые характеристики случайной величины. Числовые характеристики положения.	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
9.	Проверка значимости коэффициентов	2	Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Метод наименьших квадратов. Теснота связей случайных величин. Регрессионный анализ	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>		

## 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 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
2.	Рототабельное композиционное планирование	6	Лабораторная работа №2. Полный факторный эксперимент	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
3.	Симплекс-планирование	6	Лабораторная работа №3. Дробный факторный эксперимент	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
4.	Пример проверки гипотезы о нормальном законе распределения экспериментальных данных.	6	Лабораторная работа №4. Планирование эксперимента при оптимальных условиях	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
5.	Определение необходимого количества опытов. Проверка статистических гипотез.	6	Лабораторная работа №5. Статистический анализ	ПК 6.1 ПК 6.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
			математических моделей	ПК 6.3
6.	Проверка значимости коэффициентов	6	Лабораторная работа №6. Анализ результатов с помощью методом наименьших квадратов.	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>		

## 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Основные задачи исследовательской работы	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
2.	Общие характеристики объекта исследования	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
3.	Моделирование и теория подобия	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
4.	Основы математического планирования эксперимента	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
5.	Полный факторный эксперимент	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
6.	Дробный факторный эксперимент	4	подготовка к контрольной работе	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
7.	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
8.	Статистический анализ экспериментальных данных	4	подготовка доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
9.	Анализ результатов эксперимента	4	подготовка к контрольной работе	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>		

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Основные задачи исследовательской работы	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
2.	Общие характеристики объекта исследования	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
3.	Моделирование и теория подобия	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
4.	Основы математического планирования эксперимента	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
5.	Полный факторный эксперимент	2	заслушивание доклада	ПК 6.1

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
				ПК 6.2 ПК 6.3
6.	Дробный факторный эксперимент	2	проверка контрольной работы	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
7.	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
8.	Статистический анализ экспериментальных данных	2	заслушивание доклада	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
9.	Анализ результатов эксперимента	2	проверка контрольной работы	ПК 6.1 ПК 6.2 ПК 6.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>		

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Теория и методы инженерного эксперимента» 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
<b>10-й семестр</b>			
Контрольная работа	2	18	30
Доклад, сообщение	7	42	70
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

## 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 «Теория и методы инженерного эксперимента» 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 [Электронный ресурс] учебное пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2016	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Sagdeev-osnovy_nauchnykh_issledovaniy.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Sagdeev-osnovy_nauchnykh_issledovaniy.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, Основы инженерного эксперимента [Прочее] Учебное пособие: Москва : Издательский Центр РИОР,	<a href="http://new.znaniyum.com/go.php?id=1020699">http://new.znaniyum.com/go.php?id=1020699</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

2019	
В.А. Волосухин, А. И. Тищенко, Планирование научного эксперимента [Прочее] Учебник: Москва : Издательский Центр РИОР; Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016	<a href="http://znanium.com/go.php?id=516516">http://znanium.com/go.php?id=516516</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

### 11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
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 планирование эксперимента [Прочее] сборник статей: Л. : Химия, 1971	5 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
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»
А. А. Пижурин, А.А. Пижурин (мл.), Методы и средства научных исследований [Прочее] Учебник: Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015	<a href="http://znanium.com/go.php?id=502713">http://znanium.com/go.php?id=502713</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Д. В. Лисицин, Методы построения регрессионных моделей [Электронный ресурс] Учебное пособие: Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/45390.html">http://www.iprbookshop.ru/45390.html</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Теория и методы инженерного эксперимента» 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

Базы данных

Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Web of Science Доступ свободный: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com)

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>

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

## **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 «Теория и методы инженерного эксперимента»:

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.

Дополнительно:

компьютерный класс, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## **13. Образовательные технологии**

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Теория и методы инженерного эксперимента» составляет 11 ч.

В процессе освоения дисциплины «Теория и методы инженерного эксперимента» используются следующие образовательные технологии:

- дискуссия.