

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

  
Проректор по УР  
А.В. Бурмистров  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине Б 1.В.ДВ.10.2 «Планирование и обработка эксперимента»

Специальность 18.05.01. Химическая технология энергонасыщенных  
материалов и изделий

Специализация №1 Химическая технология органических соединений азота

Квалификация выпускника инженер  
Форма обучения очная  
Институт, факультет ИХТИ ФЭМИ  
Кафедра-разработчик рабочей программы ТТ ХВ  
Курс, семестр 5, 10

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	–	
Семинарские занятия	–	
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации	зачет	3
Всего	108	

Казань, 2017 г.



## ***1. Цели освоения дисциплины***

Целями освоения дисциплины Б1.В.ДВ.10.1 «Планирование и обработка эксперимента» являются:

- а) формирование представления о планировании эксперимента и необходимости выполнения предварительного анализа имеющейся информации об исследуемом объекте (процессе, явлении);
- б) овладение общими базовыми принципами и приемами работы с целью планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных;
- в) введение в круг проблем, связанных с планированием эксперимента и обработкой экспериментальных данных;
- г) выработка навыков планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных с помощью современных программных комплексов.

## ***2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы***

Дисциплина Б1.В.ДВ.10.1 «Планирование и обработка эксперимента» относится к *дисциплине по выбору* части ОП и формирует у специалистов по направлению подготовки 18.05.01 - «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и расчетно-аналитической, производственной и проектно-технологической, а также организационно-управленческой деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.ДВ.10.1 «Планирование и обработка эксперимента» специалист по направлению подготовки 18.05.01 - «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) высшая математика - Б1.Б.8;
- б) физика- Б1.Б.7;
- в) общая и неорганическая химия - Б1.Б.10;

- г) органическая химия - Б1.Б.11;
- д) физическая химия - Б1.Б.12;
- е) аналитическая химия и физико-химические методы анализа - Б1.Б.13;
- ж) основы моделирования процессов - Б1.В.ОД.6.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.ДВ.10.1 «Планирование и обработка эксперимента» могут быть использованы при прохождении практик (преддипломной практики) и выполнении выпускных квалификационных работ, в научно-исследовательской работе по направлению подготовки 18.05.01.

### ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

1. ПК-12 - способностью планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты;

2. ПК-13 - способностью к написанию отчётов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1) Знать:

- а) основные задачи, для которых необходимо планирование эксперимента;
- б) виды методов планирования экспериментов и этапы разработки активного эксперимента;
- в) классические факторные эксперименты;
- г) виды методов обработки экспериментальных данных.

2) Уметь:

- а) использовать в профессиональной деятельности базовые знания, подходы и методы планирования активного и пассивного эксперимента;

б) анализировать результаты эксперимента с использованием современных программных средств.

3) Владеть:

а) навыками формирования рабочего алгоритма при планировании эксперимента;

б) навыками работы в программных пакетах с целью планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных;

в) навыками анализа факторного эксперимента, построения модели эксперимента и обработки экспериментальных данных.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Планирование и обработка эксперимента»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1. Назначение и задачи курса	10	2				
2	Тема 2. Основы планирования эксперимента	10	2			6	Консультации по темам презентаций (рефератов). Дискуссия по теме 1,2.
3	Тема 3. Планирование эксперимента с помощью численного моделирования	10	6		14	30	Сдача лабораторных работ. Дискуссия по теме 3.
4	Тема 4. Анализ результатов факторного эксперимента. Построение модели.	10	6		14	12	Сдача лабораторных работ. Дискуссия по теме 4.

	Оптимизация.						
5	Тема 5. Эксперименты для смесей. Теоретические диаграммы Гиббса-Розебома	10	2		8	6	Сдача лабораторных работ. Дискуссия по теме5. Презентации (рефераты)
	Всего		18		36	54	
Форма аттестации							Зачет

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Назначение и задачи курса	2	Цель, задачи дисциплины, взаимосвязь с другими предметами и курсами, рекомендуемая литература и организация СРС	Обзор современного состояния в области планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных. Примеры практического применения. Основные определения, понятия, международные классификации, используемые в данной области.	ПК-12
2	Тема 2. Основы планирования эксперимента	2	Типизация задач и виды методов планирования эксперимента. Пассивный и активный эксперимент, этапы их разработки.	Типы задач планирования экспериментов, статистические методы планирования экспериментов. Моделирование, критерии качества модели, их использование и практическая полезность. Требования к исходным данным. Двухуровневые, трехуровневые, смешанные планы экспериментов. Этапы разработки пассивного и активного эксперимента.	ПК-12
3	Тема 3. Планирование	6	Решение типовых задач планирования	Выбор пакета для решения поставленной	ПК-12

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
	эксперимента с помощью численного моделирования		эксперимента методами наименьших квадратов, Монте-Карло, Фурье преобразований и конечных элементов. Разработка рекомендаций на основе численного моделирования и оптимизации.	задачи. Алгоритмы создания подпрограммы и проведения регрессионного анализа с учетом реальной физической и химической модели. Анализ моделей и выявление оптимальных условий проведения эксперимента.	
4.	Тема 4. Анализ результатов факторного эксперимента. Построение модели. Оптимизация.	6	Обработка результатов факторного эксперимента. Поиск оптимальных входных параметров. Валидация результатов оптимизации.	Выявление значимых и незначимых факторов. Критерии выбора наилучшей модели. Критерии целесообразности добавления центральных точек и репликаций. Разработка критериев валидности. Учёт погрешностей измерений. Визуализация факторных влияний, составление плана и отчетных документов.	ПК-12, ПК-13
5.	Тема 5. Эксперименты для смесей. Теоретические диаграммы Гиббса-Розебома	2	Теоретические диаграммы состояния состав-свойство.	Понятие смеси и разновидности моделей для смесей. Тернарные графики как основа визуализации влияния компонентов смеси на выходной параметр. Моделирование диаграмм Гиббса-Розебома. Планирование эксперимента для смеси. Поиск оптимальных рецептур. Представление результатов в виде отчетных документов.	ПК-12, ПК-13

## **6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)**

Учебным планом по направлению 18.05.01 не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Планирование и обработка эксперимента».

## **7. Содержание лабораторных занятий**

Цель лабораторных занятий - научить студента применять на практике теоретические знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы, владеть навыками правильного построения алгоритмов планирования и обработки эксперимента.

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Краткое содержание</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	Тема 3. Планирование эксперимента с помощью численного моделирования	14	Численный эксперимент в качестве инструмента планирования	Постановка задачи моделирования, поиск и оптимизация входных параметров. Выбор метода моделирования. Построение алгоритма и выбор программных пакетов. Проведение моделирования и оценка критериев адекватности. Определение параметров проведения эксперимента. Систематизация условий. Составление плана и полное обоснование необходимости эксперимента.	ПК-12, ПК-13
2	Тема 4. Анализ результатов факторного эксперимента. Построение модели. Оптимизация.	14	Обработка результатов факторного эксперимента.	Постановка задачи «черного ящика». Оценка значимых факторов и параметров состояния модели. Определение круга возмущающих воздействий. Составление плана с использованием правила двоичного кода. Визуализация факторных влияний. Структура отчётного документа.	ПК-12, ПК-13
3	Тема 5.	8	Теоретический	Знакомство с алгоритмом	ПК-12,

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
	Эксперименты для смесей. Теоретические диаграммы Гиббса-Розебома		расчёт диаграмм состояния состав-свойство.	построения тернарных графиков. Разработка планов для 3-х и 6-ти компонентной смеси. Выбор критериев оптимальности из условия задачи. Поиск оптимальной рецептуры. Статистическая обработка результатов эксперимента для смеси, ошибки. Формирование требований к смеси и технологии производства в виде отчётного документа.	ПК-13

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе с использованием ПК.

### **8. Самостоятельная работа**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Последовательность проведения аналитических исследований при моделировании. Планирование многофакторного эксперимента.	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам, написание реферата	ПК-12
2	Оценка погрешностей измерений. Виды измерений, причины ошибок.	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам, написание реферата	ПК-12
3	Теория подобия (анализ размерностей, аналогия)	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы	ПК-12
4	Методики анализа спектральных свойств вещества. Обработка экспериментов спектроскопии.	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, написание реферата	ПК-12
5	Методики расчёта дифракционных данных. Планирование и обработка дифракционного эксперимента.	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, написание реферата	ПК-12

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
6	Регрессионный анализ результатов эксперимента и построение функциональных зависимостей.	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, написание реферата	ПК-12
7	Базы данных моделей смеси. Математические программы и надстройки.	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам	ПК-12
8	Применение модульных программ в планировании эксперимента и оценки рисков. Анализ катастроф.	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, написание реферата	ПК-12, ПК-13
9	Формирование отчётной документации. Изложение результатов анализа.	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам	ПК-13

### ***9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.***

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Планирование и обработка эксперимента» используется рейтинговая система. Применение рейтинговой системы осуществляется согласно «Положения о балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24 октября 2011 г.), специально разработанной для данной дисциплины, с учетом значимости и трудоемкости выполняемой учебной работы.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе. При изучении дисциплины предусматривается посещение лекционных занятий, трёх лабораторных работ, презентации (рефератов). За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

<b><i>Оценочные средства</i></b>	<b><i>Кол-во</i></b>	<b><i>Min, баллов</i></b>	<b><i>Max, баллов</i></b>
Посещение лекций	18	5	9
Лабораторная работа	3	21	33
Презентации (рефераты)	1	10	18

Дискуссионные темы	1	24	40
Итого:		60	100

Минимальное значение, необходимое для получения зачета – не менее 60 баллов (при выполнении всех контрольных точек).

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Планирование и обработка эксперимента» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Вершинин В.И., Перцев Н.В. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. / 3-е изд., перераб. и доп. М.: "Лань". – 2017. – 236 с.	ЭБС Лань <a href="https://e.lanbook.com/book/92623">https://e.lanbook.com/book/92623</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Воробьев А. Л., Любимов И. И., Косых Д. А. Планирование и организация эксперимента в управлении качеством: учебное пособие/ ООО ИПК «Университет». – 2014. – 344 с.	ЭБС КнигаФонд <a href="http://www.knigafund.ru/books/184992">http://www.knigafund.ru/books/184992</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Введение в Octave/ Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В., - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016 - 487 с.	ЭБС КнигаФонд <a href="http://www.knigafund.ru/books/177606">http://www.knigafund.ru/books/177606</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Моделирование матричных уравнений в задачах управления на базе MatLab/Simulink: учебное пособие/ Воевода А. А., Трошина Г. В. – НГТУ, 2015. - 48 с.	ЭБС КнигаФонд <a href="http://www.knigafund.ru/books/185651">http://www.knigafund.ru/books/185651</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Графический интерфейс комплекса ANSYS/ Басов К.А. - ДМК Пресс – 2008. – 248 с.	ЭБС Лань <a href="https://e.lanbook.com/book/1290">https://e.lanbook.com/book/1290</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
6. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad: учебное пособие/ И.Е.Плещинская.- Издательство КНИТУ, 2014. – 195 с.	70 экз. в УНИЦ
7. Мусина О. Н. Основы научных исследований: учебное пособие/ М.: Директ-Медиа. – 2015. – 150 с.	ЭБС КнигаФонд <a href="http://www.knigafund.ru/books/183419">http://www.knigafund.ru/books/183419</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
8. Сафин Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Учебники] : учеб. пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань, 2013. — 156 с.	129 экз. в УНИЦ

### 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов/ М.: Машиностроение, 1981. - 184 с.	22 экз. в УНИЦ
2. Основы научных исследований [Методические пособия] : Метод. указ. к лаб. раб. (100800-Энерг. теплотехнол. / Казан. гос. технол. ун-т; Сост.: В.А.Аляев, В.Г.Дьяконов, М.С.Курбангалеев, Р.Н.Максудов, Б.В.Савиных .— Казань, 2000 .— 26 с.	10 экз в УНИЦ
3. Попов А. А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем: монография/ НГТУ. – 2013. – 296 с.	ЭБС КнигаФонд <a href="http://www.knigafund.ru/books/185540">http://www.knigafund.ru/books/185540</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Основы научных исследований в химической технологии [Методические указания] : выполнение отчетной работы) : методич. указ. / Казан. гос. технол. ун-т ; сост. В.В. Алексеев, И.И. Поникаров, В.О. Лукин, М.А. Закиров .— Казань, 2008 .— 31 с.	11 экз. в УНИЦ

### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Планирование и обработка эксперимента» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
3. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
4. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа: <http://rucont.ru>
5. ЭБС «IPRbooks» – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
6. ЭБС «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>

Согласовано:  
Зав.сектором ОКУФ



### ***11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.***

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

### ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы:

- компьютерный класс;
- мультимедийные средства;
- наборы слайдов и кинофильмов.

### ***13. Образовательные технологии***

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий по дисциплине «Планирование и обработка эксперимента»:

- творческие задания;
- работа в малых группах;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками);
- обсуждение и разрешение проблем («мозговой штурм», ПОПС).

Время занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 11 часов

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Планирование и обработка эксперимента»  
(наименование дисциплины)

По направлению 18.05.01  
(шифр)

«Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»  
(название)

для специализации «Химическая технология органических соединений азота»

для набора обучающихся 2019 г.

форма обучения очная

пересмотрена на заседании кафедры Технологии твердых химических веществ

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № от 20 )	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Станкевич А.В.	Подпись заведующего кафедрой Базотов В.Я.	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
1	протокол заседания кафедры № <u>11</u> от <u>03.06 2019</u>	есть*	Нет			

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1) Научная электронная библиотека (НЭБ) – режим доступа: <http://elibrary.ru>
- 2) Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоение дисциплины «Планирование и обработка эксперимента» (согласно требованию ФГОС ВО п. 7.3.2.).

- 1) MS Office 2010-2016 Standard