

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 Б1.В.ДВ.10.1 «Планирование и обработка эксперимента»

Направление специальности 18.05.01. Химическая технология  
энергонасыщенных материалов и изделий

Специализация № 3 Технология энергонасыщенных материалов и изделий.

Квалификация выпускника инженер

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХТИ ФЭМИ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТГХВ

Курс, семестр 5, 10

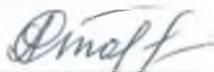
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	–	
Семинарские занятия	–	
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации	зачет	3
Всего	108	

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (пр.№ 1176 от 12.09.2016) по направлению подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» по программе специализации № 3 «Технология энергонасыщенных материалов и изделий» на основании учебного плана набора обучающихся 2017г. Примерная программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

                      
доцент



А.В. Станкевич

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТТХВ  
протокол от 20.10. 2017 г. №3.

Зав. кафедрой



В.Я.Базотов

**УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ от 24.10. 2017 г. № 35.

Председатель комиссии, профессор



Базотов В.Я.

Начальник УМЦ



Китаева Л.А.

---

## ***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 теме 5. 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 рецептов. 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 профиля /программы/специализации/направленности «Технология энергонасыщенных материалов изделий»

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 о 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