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
«13» 10 2017 г.

Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А

По дисциплине Б1.Б.20 «*Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*»

Направление подготовки 18.03.02 «*Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки *«Основные процессы химических производств и химическая кибернетика», «Машины и аппараты химических производств»*

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет *ИНХН, Факультет нефти и нефтехимии (1), ИХНМ, Механический факультет* (2)

Кафедра-разработчик рабочей программы *Общая химическая технология*

Курс, семестр *ФННХ – 4 курс, 1 семестр, МФ – 4 курс, 2 семестр*

	Часы		Зачётные единицы
	ФННХ	МФ	
Лекции	18	9	0,5/0,25
Практические занятия			
Семинарские занятия			
Лабораторные занятия	36	18	1/0,5
Самостоятельная работа	27	81	0,75/1,5
Всего	108	108	2,25
Форма аттестации	экзамен	зачёт	0,75/0

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (№ 227 от 12 марта 2015 г.) по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

(номер, дата утверждения) (шифр) (наименование)

Профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика», «Машины и аппараты химических производств»

Типовая программа по дисциплине отсутствует, рабочая программа составлена для студентов приема 2015, 2016, 2017 годов.

Разработчик программы:

доцент _____ *Воробьев Е.С.*
(подпись) (Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ОХТ, протокол от 05.09 2017 г. № 1

Зав. кафедрой _____ *Харлампиди Х.Э.*
(подпись) (Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ФННХ, реализующего подготовку образовательной программы от 14.09 2017 г. № 1

Председатель комиссии, профессор _____ *Н.Ю. Башкирцева*
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол заседания методической комиссии МФ, реализующего подготовку образовательной программы от 25.09 2017 г. № 6

Председатель комиссии, профессор _____ *А.В. Бурмистров*
(подпись) (Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ФННХ, реализующего рабочую программу дисциплины от 12.10 2017 г. № 2

Председатель комиссии, профессор _____ *Н.Ю. Башкирцева*
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник УМЦ _____ *Л.А. Китаева*
(подпись) (Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

При организации учебного процесса по дисциплине «*Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*» устанавливаются следующие ***цели ее преподавания:***

а) Применение математического моделирования при исследованиях, анализе и оценке эффективности ХТП;

б) Формирование способности выполнять расчеты химико-технологических процессов с использованием математических моделей в современных прикладных программах;

в) Объединение знаний физико-химической сущности процессов и методологии построения математических моделей, и методов обработки экспериментальных данных при проведении научных исследований, с последующим анализом результатов;

г) Формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований с использованием современных компьютерных технологий.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*» относится к базовой части профессионального цикла ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «*Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской, производственно-технологической, организационно-управленческой, проектно-конструкторской и проектно-технологической профессиональной деятельности.*

Для успешного освоения дисциплины «*Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02 «*Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.В.ОД.12 – Применение ЭВМ в инженерных расчетах;
б) Б1.В.ОД.11 – Методы кибернетики химико-технологических процессов;
в) Б1.В.ОД.14 – Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в ХТ.

Дисциплина «*Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.ОД.13 – Химические реакторы
б) Б1.В.ОД.15 – Оптимизация химико-технологических процессов

Знания, полученные при изучении дисциплины «*Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*» могут быть использованы при выполнении ВКР по направлению подготовки 18.03.02 «*Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. *ОПК-2* способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
2. *ПК-3* способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред
3. *ПК-14* способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе
4. *ПК-15* способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты

5. *ПК-16* способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1. Знать:
   а). основы построения моделей на принципах системного анализа ХТП;
   б). основные приёмы для статистического анализа результатов исследований, построения моделей процессов и аппаратов, создания и реализации методов планирования экспериментов.

2) Уметь:
   а). определять и анализировать результаты статистического анализа измерений;
   б). строить математические модели на основе экспериментальных исследований;
   в). реализовать и обрабатывать различные оптимальные планы экспериментальных исследований.

3) Владеть:
   а). методами системного анализа ХТС;
   б). средствами статистического анализа для оценок точности результатов и адекватности моделей;
   в). способами построения математических моделей на основании экспериментальных данных;
   г). методами планирования эксперимента при проведении активных исследований.

4. Структура и содержание дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практ) занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение. Общие принципы и этапы построения модели	7 8	2 1	0		2 6	*Презентации и примеры решений на лекциях.*	*Реферат-презентация*
2	Методы изучения стохастических характеристик процесса	7 8	4 2	0	10 4	8 18	*Презентации и примеры решений на лекциях, индивидуальные именные рабочие файлы и индивидуальными заданиями по лабораторным работам. Примеры решений для демонстрации решений на лабораторных занятиях. Отчеты по результатам работы.*	*Отчет по результатам работы с его защитой. Отчет по СРС.*
3	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных для ХТП.	7 8	4 2	0	10 6	7 24		
4	Методы планирования экспериментов для исследования	7 8	6 2		16 8	8 24		
5	Введение в оптимизацию ХТП	7 8	2 2	0		2 9		*Реферат-презентация*
6	Подготовка к экзамену	7 8				27 0	*Учебники, пособия и электронные ресурсы*	*Экзамен*
	Итого:		18 9		36 18	54 81		

5. Содержание лекционных занятий по темам

(с указанием используемых инновационных образовательных технологий.)

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Общие принципы и этапы построения модели	2 1	Введение в дисциплину и основные понятия	*Основные понятия и определения. Системный анализ процессов химической технологии Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Классификация моделей.*	*ОПК-2,*
2	Методы изучения стохастических характеристик процесса	4 2	1. Основы статистического анализа. 2. Статистические анализы при реализации пассивного эксперимента.	*Статистические исследования при проведении параллельных испытаний. Точечные и интервальные характеристики для оценки случайных величин. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Общие принципы построения модели процесса. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы.*	*ОПК-2, ПК-3, ПК-14*
3	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	4 2	1. Однопараметрические модели. 2. Многопараметрические модели.	*Модели потоков, их экспериментальные исследования с применением трассеров или индикаторов. Диагностика неполадок и отклонений в режимах работы исследуемых установок.*	*ПК-3, ПК-14*
4	Методы планирования экспериментов для исследования процессов	4 2	1. Оптимальное планирование эксперимента. 2. Планы первого и второго порядков. 3. Планы «состав-свойство».	*Этапы оптимального планирования эксперимента. Реализация методов ранжирования параметров и случайного баланса.* *Полный и дробный факторные эксперименты, их построение, реализация и обработка. Центральные композиционные планы.* *Планы «состав-свойство», их реализация и обработка результатов.*	*ПК-3, ПК-15, ПК-16*
5	Введение в оптимизацию ХТП	2 2	Введение в оптимизацию ХТП	*Знакомство с задачами оптимизации. Приемы построения критерия оптимальности и ограничений. Решения оптимизационных задач.*	*ОПК-2, ПК-16*

6. Содержание практических занятий

(планом не предусмотрены)

7. Содержание лабораторных занятий

Знакомство с методами и приемами работы на экспериментальных установках и при выполнении различных вычислительных операций с результатами экспериментов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Методы изучения стохастических характеристик процесса	10 4	1. Исследование случайных величин. 2. Создание рабочего листа Excel для расчета основных характеристик случайных величин.	*Исследование выборок разного объема с использованием стандартных функций Excel и средствами надстройки «Анализ данных».* *Создание рабочего листа для расчета основных характеристик случайных величин с заранее заданными условиями (вероятность, точность и тип интервала).*	*ПК-3, ПК-14*
2	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных для ХТП.	10 6	1. Восстановление математических зависимостей для однопараметрических моделей. 2. Восстановление математических зависимостей для многопараметрических моделей.	*Создание рабочего листа для подготовки плана эксперимента по исследованию однопараметрической и проведение расчетов на модельных функциях. Построение графиков и их настройка* *Преобразование листа для многопараметрических функций и выполнение расчетов пор модельной функции. Построение диаграмм «Поверхность» и «Контурная», их настройка.*	*ПК-3, ПК-14*
3	Методы планирования экспериментов для исследования процессов	16 8	1. Метод случайного баланса. 2. Полный факторный эксперимент. 3. Центральный композиционный план.	*Создание рабочих листов для МСБ, ПФЭ и ЦКП, их реализация с использованием индивидуальной модельной функции.* *Проведение исследования от выбора значимых параметров (3 из 5), построения линейной модели с последующим крутым восхождением в область экстремума и построением ЦКП для получения модели второго порядка с нахождением максимального значения.*	*ПК-3, ПК-15, ПК-16*

8. Самостоятельная работа бакалавра /магистранта

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС*	Формируемые компетенции
1	Реферат-сообщение по вопросам системного анализа	2 6	*Подготовка реферата (презентация) и выступление перед группой по своей теме*	*ОПК-2,*
2	Статистические расчеты по оценке случайных величин	8 18	*Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета по её итогам*	*ПК-3, ПК-14*
3	Восстановление математических зависимостей для различных *зависимостей*. СРС по аппроксимации данных с использованием статистики.	7 24	*Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета по её итогам Выполнение расчетно-графического индивидуального задания и представление результатов расчетов.*	*ПК-3, ПК-14*
4	Проведение исследования модельной функции методами оптимального планирования. СРС ранжирование входных параметров исследуемой модельной функции.	8 24	*Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета по её итогам Выполнение расчетно-графического индивидуального задания и представление результатов расчетов.*	*ПК-3, ПК-15, ПК-16*
5	Введение в оптимизацию ХТП	2 9	*Подготовка реферата (презентация) и выступление перед группой по своей теме*	*ОПК-2, ПК-16*
6	Подготовка к экзамену	27		*Экзамен*

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «*Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*» используется рейтинговая система. 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 выполнение трех лабораторных и одной самостоятельной работ, за эти четыре контрольные точки студент может получить максимальное кол-во баллов – 60 (до 18б. за самостоятельную работу, до 14б – за выполнение и защита лабораторной работы.). При выполнении лабораторных работ студент может потерять баллы из-за пропуска занятий, которые должны быть отработаны самостоятельно и результаты представлены преподавателю, который ведет занятия, небрежного выполнения работы и отчета по ней, низкой активности во время лабораторной работы при ответах на вопросы преподавателя. При защите самостоятельной работы баллы могут быть срезаны из-за неполного выполнения задания, ошибочно выбранной функции для аппроксимации, плохого оформления отчета и графического материала. В результате максимальный текущий рейтинг может составить – 60 б, что обеспечивает студенту автоматический допуск к экзамену. За экзамен студент может получить максимальное кол-во баллов – 40. Снижение баллов на экзамене может быть связано с ошибками во время ответа.

10. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся находятся, согласно положению о фондах оценочных средств, в отдельном документе.

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. *Морозов В. К. Моделирование процессов и систем : Учебник / В. К. Морозов, Г. Н. Рогачев. - 2-е изд., перераб. - Москва : Академия, 2015. - 263*	*УНИЦ КНИТУ 50 шт. [Электронный ресурс] \\Server-oxt\материалы для студентов\Электронные книги по предметам\Моделирование\Моделирование Морозов, доступ с компьютеров ОХТ под соответствующей учётной записью.*
2. *Статистика : введение в регрессионный анализ : временные ряды : учеб. пособие / И.А. Ларионова. - М. : Изд. Дом МИСиС, 2016. - 75 с.*	*ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239365.html, доступ с любой точки Internet, после регистрации с IP-адресов КНИТУ*
3. *Сафин, Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента : учеб. пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань, 2013 .— 156 с.*	*УНИЦ КНИТУ 129 шт.*

10.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
4. *Ахназарова С.Л. Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. Учеб. пособ. – М. Высшая школа. 1985 г. – 327 с.*	*УНИЦ КНИТУ 35 шт. [Электронный ресурс] \\Server-oxt\материалы для студентов\Электронные книги по предметам\Моделирование\Методы оптимизации в ХТ Ахназарова, доступ с компьютеров ОХТ под соответствующей учётной записью.*
5. *Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с.*	*ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html, доступ с любой точки Internet, после регистрации с IP-адресов КНИТУ*

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» используется дополнительная литература на сервере кафедры по адресу: *\\Server-OXT\материалы для студентов*

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Учебно-научный информационный центр

12.Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:
   a. Все лекционные занятия обеспечены комплектами электронных презентаций и компьютерными моделями для демонстрации процессов и событий;
   b. аудитория оснащена проектором, экраном, ноутбуком и презентатором,
2. Лабораторные работы
   a. Занятия проводятся в компьютерных классах А-220, А-212, оснащенных компьютерной техникой (10 и 13 рабочих мест соответственно),
   b. Оба класса оборудованы презентационной техникой – проектором, экраном и ноутбуком;
   c. Все рабочие места обеспечены лицензионным ПО общего назначения:
      i. Системная оболочка Windows 7, Windows 10;
      ii. Офисный пакет MS Excel, версии 2010 и 2013;
3. Прочее
   a. Все рабочие места студентов и преподавателя обеспечены с доступом в Интернет и предназначенные для работы в электронной образовательной среде;
   b. Все работы, выполненные студентами, хранятся на сервере кафедры в течение всего срока их обучения.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе, составляет 27 часов аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 18 часов аудиторных занятий. Все лекционные занятия обеспечены презентациями и моделями для визуального представления результатов изменения различных параметров объекта. Во время лабораторных занятий каждый студент имеет свою личную книгу с индивидуальным номером задания. Лаборатории обеспечены модельными функциями, которые позволяю каждому студенты решать свое индивидуальное задание, электронными и печатными методическими пособиями. Все занятия проводятся в аудиториях, оборудованных видеопроекторами, что позволяет демонстрировать приемы выполнения работ непосредственно на экран.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсо-сберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры
«Общей химической технологии»
(наименование кафедры)

по кафедре ОХТ для набора студентов 2017 года
по кафедре МАХП для наборов студентов 2017 и 2018 годов

№п/п	Дата переутверждения РП № протокола	Наличие изменений в программе	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника ~~ОМг~~ УМЦ
1	06.09.18 №1	нет	нет			

**Если в списке литературы есть изменения, обновлённый список необходимо утвердить у заведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в ОМг.*