

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

« 14 » 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Б1.В.ДВ.5.2 Математическое моделирование

Направление подготовки (специальности): 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль (специализация) подготовки: Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

Авторская программа: Машины и аппараты промышленной экологии

Квалификация выпускника: БАКАЛАВР

Форма обучения: ОЧНАЯ

Институт, факультет: ИХТИ, Факультет экологической технологической информационной безопасности.

Кафедра-разработчик рабочей программы: «Оборудования химических заводов»
ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Курс, семестр: Курс второй, семестр третий

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	36	1
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	108	3
Форма аттестации	Экзамен(36)	1
Всего	216	6

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1170 от 20.10.2015
(номер, дата утверждения)

по направлению 15.03.02 - Технологические машины и оборудование
(шифр) (наименование)
по профилю «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

на основании учебного плана для набора студентов 2018 года.

Примерная программа по дисциплине отсутствует.

Разработчики программы:

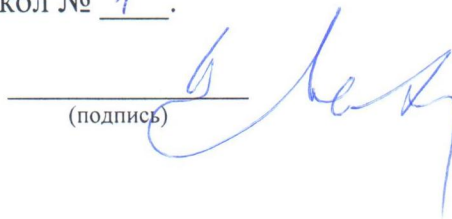
профессор каф. ОХЗ
(должность)


(подпись)

Халитов Р.А.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ОХЗ, протокол от «01» 08 2018 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой ОХЗ


(подпись)

Махоткин А.Ф.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета, реализующего подготовку образовательной программы от «12» 09 2018 г. № 8.

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

Базотов В.Я.

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Китаева Л.А.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.ДВ.5.2 «Математическое моделирование» являются:

- а) способность применять математическое моделирование при анализе и оценке эффективности технологических процессов;
- б) формирование способности выполнять расчеты технологических процессов с использованием математических моделей и современных прикладных программ;
- в) овладение знаниями в области моделирования технологических процессов, составления и оптимизации математических моделей, использования современных математических программных пакетов в моделировании.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ООП и формирует у бакалавра по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Математическое моделирование» бакалавр по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика (Б1.Б.5)
- б) Информационные технологии (Б1.Б.9)
- в) Теоретическая механика (Б1.Б.10)
- г) Инженерная графика (Б1.Б.11)

Дисциплина «Математическое моделирование» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

- а) Применение ЭВМ в инженерных расчетах (Б1.В.ДВ.4);
- б) Оборудование химических заводов (Б1.В.ОД.15);
- в) Основы САПР (Б1.В.ОД.5);

г) Ремонт и монтаж технологического оборудования (Б1.В.ОД.5).

Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическое моделирование» могут быть использованы при прохождении учебной (рассредоточенной), производственной и преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Математическое моделирование»:

1) способностью к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий (ОПК-1);

2) умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов (ПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) знать:

- современные методы моделирования технологических процессов;
- методы дифференциального и интегрального исчислений, теорию дифференциальных уравнений для построения и анализа математических моделей технологических процессов;
- основы информационных технологий;
- технические и программные средства.

2) уметь:

- применять основные положения системного метода для анализа и математического описания технологического процесса;
- правильно выбирать тот или иной метод моделирования в конкретных условиях;
- производить анализ модели с целью оптимизации параметров исследуемого процесса;

- применять методы моделирования для описания закономерностей технологических процессов;
- строить и анализировать математические модели тепломассопереноса,
- использовать основные численные методы для решения инженерных задач;
- описывать, рассчитывать и анализировать процессы переноса тепла и массы; выделять факторы, определяющие их интенсивность.

3) владеть:

- методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области профессиональной деятельности;
- методами работы в среде Windows, используя все ее приложения.

4. Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6,0 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекция	Семинар	Практическое занятие	Лабораторные работы	СРС	
1	Методы моделирования и области их применения	3	4	-	6	-	16	Проверка СРС, отчета по практической работе, тест
2	Математическое описание процессов химического превращения и теплообменных процессов.		6	-	12	8	46	Проверка СРС, отчетов по практической и лабораторной работам, тест
3	Математические модели структуры потоков в аппаратах. Оптимизация процессов.		8	-	18	10	46	Проверка СРС, отчетов по практической и лабораторной работам, тест
	ИТОГО		18		36	18	108	Экзамен (36)

5. Содержание лекционных занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Методы моделирования и области их применения	4	Методы моделирования и области их применения	Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза технологиче-	ОПК-1, ПК-2

				ских процессов. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии. Метод физического и математического моделирования Роль кибернетики в химической технологии. Сущность и цели математического моделирования объектов технологии. Два подхода к составлению математических моделей процесс: детерминированный и стохастический, сферы использования.	
2	Математическое описание процессов химического превращения и теплообменных процессов.	6	Математическое описание процессов химического превращения и теплообменных процессов.	Краткие сведения из химической кинетики, скорость химической реакции, закон действующих масс. Стехиометрический анализ, механизмы реакций. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Моделирование кинетики гетерогенных каталитических реакций. Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций: метод стационарных концентраций, метод адсорбционной изотермы Лэнгмюра, методы построения кинетических моделей с использованием теории графов. Основные уравнения тепловых процессов. Модели теплообменных аппаратов, модели идеального вытеснения и идеального перемешивания.	ОПК-1, ПК-2
5	Математические модели структуры потоков в аппаратах	8	Математические модели структуры потоков в аппаратах	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах,	ОПК-1, ПК-2

	тах. Оптимизация процессов.	тах. Оптимизация процессов.	как основа построения математических моделей технологических процессов. Модель идеального перемешивания. Модель идеального вытеснения. Модель с неполным продольным смешением – диффузионная однопараметрическая модель. Модель с неполным продольным и поперечным смешением – диффузионная двухпараметрическая модель. Ячеечная модель. Составление моделей реакторов с учетом продольного и радиального переноса массы и тепла. Моделирование неизо термических химических реакторов. Формирование системы уравнений материального и теплового балансов. Пассивный эксперимент. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке данных эксперимента. Виды регрессии. Определение параметров модели по методу наименьших квадратов. Критерий Фишера для проверки адекватности полученного уравнения регрессии реальному эксперименту. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Понятие матрицы планирования, интервала варьирования, основного уровня. Кодирование переменных. Свойства матрицы планирования. Определение коэффициентов регрессии ПФЭ. Порядок составления плана. Статистический анализ уравнения регрессии.	
--	------------------------------------	------------------------------------	---	--

				Дробный факторный эксперимент. Дробные реплики. Разрешающая способность дробных реплик. Постановка задачи оптимизации. Критерий оптимальности, целевая функция и ресурсы оптимизации. Общая стратегия решения задачи оптимизации на ЭВМ. Методы оптимизации, классификация. Метод Бокса-Уилсона. Аналитические методы оптимизации.	
--	--	--	--	--	--

6. Содержание лабораторных занятий.

Учебным планом по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Математическое моделирование».

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, а также выработка определенных умений и навыков, связанных с особенностями математического моделирования различных технологических процессов.

Режим проведения лабораторных занятий – согласно расписанию сессии. Общая продолжительность лабораторных занятий и их распределение по отдельным темам согласно тематике лекционного курса представлена в таблице.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Математическое описание процессов химического превращения и теплообменных процессов.	4	Моделирование гомогенных химических реакторов	Моделирование гомогенных химических реакторов	ОПК-1, ПК-2
2		4	Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме	Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме	ОПК-1, ПК-2
3	Математические модели	6	Составление модели реактора идеального перемешивания	Составление модели реактора идеального перемешивания	ОПК-1, ПК-2

	структуры потоков в аппаратах. Оптимизация процессов.		ного перемешивания		
4		4	Решение задачи об оптимизации химико-технологического процесса	Решение задачи об оптимизации химико-технологического процесса	ОПК-1, ПК-2

7. Содержание практических занятий.

Учебным планом по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Математическое моделирование».

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Методы моделирования и области их применения	6	Моделирование гомогенных химических реакторов	Моделирование гомогенных химических реакторов	
2	Математическое описание процессов химического превращения и теплообменных процессов.	6	Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме	Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме	ОПК-1, ПК-2
3		6	Составление модели реактора идеального перемешивания	Составление модели реактора идеального перемешивания	ОПК-1, ПК-2
4	Математические модели структуры потоков в аппаратах. Оптимизация процессов.	18	Решение задачи об оптимизации химико-технологического процесса	Решение задачи об оптимизации химико-технологического процесса	ОПК-1, ПК-2

8. Самостоятельная работа специалиста

№ п\п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1	Методы моделирования и области их применения	16	Отчет по СРС	ОПК-1, ПК-2
2	Математическое описание процессов химического превращения и теплообменных процессов	46	Отчет по СРС	ОПК-1, ПК-2
3	Математические модели структуры потоков в аппаратах. Оптимизация процессов	6	Отчет по СРС	ОПК-1, ПК-2

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Математическое моделирование» используется балльно-рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы определяется их сложностью и формой аттестации. Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

Максимальный текущий рейтинг 60 баллов, максимальное количество баллов на экзамене – 40.

Оценка каждого вида работы приведена в таблице.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
Практическая работа	4	12	20
Лабораторное занятие	4	12	20
Отчет по СРС	3	12	18
Поощрительные баллы		0	2
Экзамен		24	40
	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 обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11 Информационно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Математическое моделирование» в качестве основных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2009. — 144 с.	70 экз. в УНИЦ В электронной библиотеке УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0774-2-Klinov_Mat-modelirovanie.pdf доступ с IP адресов КНИТУ
Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/41014 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ
Натареев, С.В. Системный анализ и математическое моделирование процессов химической технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2007. — 80 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/4496 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Гунцов, А.В. Математическое моделирование процессов электронакопления микроколичеств осадка, осложненных химическими реакциями [Электронный ресурс] : монография / А.В. Гунцов, Л.В. Гунцова, А.А. Шилов. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 80 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/55427 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ
Клинов, А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2011. — 99 с.	114 экз. в УНИЦ В электронной библиотеке УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/Klinov_lab_pract_mat_model_HTP.pdf доступ с IP адресов КНИТУ
Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 176 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/37356 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ

Натареев, С.В. Моделирование и расчет процессов химической технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2008. — 144 с.

ЭБС «Лань»
<https://e.lanbook.com/book/4502> доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ

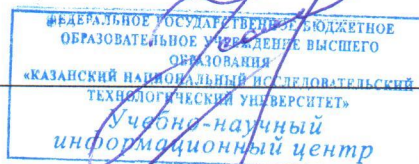
11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Основы технологической безопасности» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

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

СОГЛАСОВАНО:

Зав. сектором ОКУФ



Усольцева И.И.

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций.

2. Практические занятия:

- методическое руководство по проведению практических занятий.

3. Лабораторные занятия:

- компьютерный класс с персональными компьютерами, на которых установлено необходимое программное обеспечение.

4. Прочее:

- мультимедийная техника: компьютер, проектор, экран.

13 Образовательные технологии

Количество часов в интерактивной форме составляет 10 часов.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении практических работ.

Во время лекций используются образовательные технологии, такие как дискуссии, разбор конкретной ситуации, мастер-классы специалистов.

Дискуссия (от лат. *discussio* - рассмотрение, исследование) – обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы. Важной характеристикой дискуссии, отличающей её от других видов спора, является аргументированность. Обсуждая спорную (дискуссионную) проблему, каждая сторона, оппонируя мнению собеседника, аргументирует свою позицию.

Отличительной чертой дискуссии выступает отсутствие тезиса, но наличие в качестве объединяющего начала темы.

Обычно **разбор ситуации** ведется в 7 этапов:

1. Учащиеся индивидуально изучают текст ситуации, пытаются идентифицировать содержащуюся в ней проблему и найти ее решение.
2. Постановка преподавателем основных вопросов по ситуации.
3. Распределение учащихся по группам не больше 4-6 человек.
4. Работа студентов в составе малой группы. Каждая такая группа не только формулирует решение ситуации, а сжато отражает его в письменном виде.
5. Представление "решений". На каждое выступление дается не более 10 минут.
6. Общая дискуссия, выступления с мест. Преподаватель должен дать возможность высказаться каждому и даже, может быть, специально попросить выступить тех, кто пытается отмолчаться.
7. Заключительное выступление преподавателя.

Мастер-класс – это показательный урок специалиста для работающих без отрыва от производства. Участники мастер-класса повышают свою квалификацию, приобретают новые знания и часто открывают для себя что-то новое, неизвестное для себя.