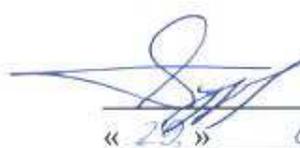


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 20. » 06. 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»

Специальность: 33.05.01 «Фармация»

Специализация: Промышленная фармация

Квалификация выпускника: Провизор

Форма обучения: очная

Институт, факультет: ИХТИ, ФЭМИ

Кафедра-разработчик рабочей программы: Процессов и аппаратов химической технологии

Курс, семестр: 2, 4

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	36	1
Практические занятия		
Контроль самостоятельной работы	18	0,5
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации	Экзамен (36)	1
Всего	144	4

Казань, 2020 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки от 27.03.2018г. №219) по специальности 33.05.01 «Фармация» на основании учебного плана набора обучающихся 2019 г.

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ



Анашкин И.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ
протокол от 26.05 2020г. № 10

Зав. кафедрой, профессор



Клинов А.В.

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ХТОСА, реализующего подготовку основной образовательной программы от 04.06 2020 г. № 79

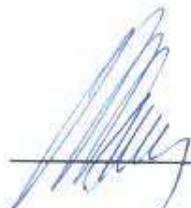
Зав. кафедрой, профессор



Гильманов Р.З

УТВЕРЖДЕНО

Нач. УМЦ, доцент



Китаева Л.А.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» являются:

- а) освоение методов построения математических моделей основных тепло- и массообменных процессов, а также сопряженных и совмещенных процессов;
- б) изучение алгоритмов идентификации параметров математических моделей и способов проверки их адекватности;
- в) освоение специализированных программно-вычислительных комплексов, позволяющих решать задачи моделирования химико-технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» относится к обязательной части образовательной программы и формирует у обучающихся по специальности 33.05.01 «Фармация» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» студент должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика
- б) физика
- в) физическая химия
- г) вычислительная математика

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Технологические процессы и аппараты в фармацевтической промышленности
- б) Основы проектирования и оборудование химико-фармацевтических предприятий

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» необходима для успешного прохождения преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по специальности 33.05.01 «Фармация».

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать:

ОПК-6 Способен использовать современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности

ОПК-6.1 Знает современные системы поиска, обработки и анализа информации из различных источников в профессиональной области деятельности; типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации; специализированное программное обеспечение для математической обработки данных наблюдений и экспериментов при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-6.2 Умеет пользоваться современными программными средствами передачи и обработки данных, дистанционного доступа и контроля, базами данных, программными оболочками и автоматизированными информационными системами для организации производственного процесса с учетом требований информационной безопасности

ОПК-6.3 Владеет навыками поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях; методами статистической обработки информации; навыками применения современных информационных технологий и программных средств при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии;

б) основные математические модели описания гидродинамической структуры потоков в аппаратах и физико-химических свойств рабочих агентов;

в) методы идентификации параметров моделей и проверки их адекватности.

2) Уметь:

а) составлять математические модели процессов тепломассопереноса, осложненных химической реакцией;

б) проводить идентификацию параметров модели и оценивать ее адекватность;

в) разрабатывать эффективные алгоритмы и программы для решения уравнений математической модели.

3) Владеть:

а) навыками работы в программных продуктах, позволяющих решать задачи моделирования химико-технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»

Общая трудоемкость составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Вид учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Введение	7	2	4	2	4	Защита лабораторной работы, тест
2	Эмпирический метод построения математического описания	7	2	6	2	6	Защита лабораторной работы, тест
3	Методы и модели определения физико-	7	4	10	4	10	Защита лабораторной работы, тест

	химических свойств						
4	Теоретический метод построения математического описания	7	10	16	10	16	Защита лабораторной работы, тест
	Итого		18	36	18	36	
Форма аттестации							Экзамен (36 ч.)

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

Использование изданных учебных пособий и электронных версий курса лекций, а также демонстрационного материала в виде слайдов для мультимедийного проектора позволяет существенно ускорить темп чтения лекций и изложить курс за 18 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение	2	Введение	Предмет, цели и задачи дисциплины, ее роль в подготовке специалистов по (специальности) 33.05.01 «Фармация». Понятия модели, моделирования, химико-технологических процессов. Классификация математических моделей. Основные методы построения математических моделей. Программные средства, используемые для решения задач химической технологии.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
2	Эмпирический метод построения математического описания	2	Эмпирический метод построения математического описания	Этапы эмпирического метода. Формулирование цели, выбор факторов и переменных состояния объекта исследования, виды уравнений регрессии. Планирование и проведение экспериментов. Статическая обработка результатов и поиск наилучшей формы аппроксимации полученных данных. Достоинства и недостатки эмпирического метода.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
3	Методы и модели определения физико-химических свойств газовых и жидких смесей	4	Методы и модели определения физико-химических свойств газовых и жидких смесей	Законы термодинамики и термодинамического равновесия. Расчет условий фазового равновесия в многокомпонентных многофазных системах. Уравнения состояния. Расчет	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3

				термодинамических свойств на основе избыточных функций.	
4	Теоретический метод построения математического описания	2	Исчерпывающее описание процессов химической технологии и типовые модели структуры потоков	Законы сохранения и переноса массы, импульса и энергии. Импульсный ввод индикатора для определения параметров типовых и комбинированных моделей структуры потоков. Идеальные модели: смешения и вытеснения. Реальные модели: диффузионная и ячеечная. Комбинированные модели.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
		2	Моделирование массообменных процессов	Моделирование массообменных процессов с использованием типовых моделей структуры потоков. Моделирование процесса хемосорбции и неизотермической абсорбции. Моделирование процесса ректификации в тарельчатой колонне.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
		3	Моделирование теплообменных процессов	Моделирование теплообменных процессов с использованием типовых моделей структуры потоков.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
		3	Моделирование химических реакторов	Законы химической кинетики. Математические модели химических реакторов. Влияние структуры потоков на протекание химических реакций. Влияние переноса массы на протекание химической реакции и селективность.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3

6. Содержание практических занятий

Проведение практических занятий по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» учебным планом не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий

Цели лабораторных занятий заключаются в следующем:

1. Закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях.
2. Приобретение и совершенствование навыков составления математических моделей. Освоение методов обработки опытных данных. Освоение методов идентификации параметров математических моделей.
3. Овладение навыками работы в программных продуктах, позволяющих решать задачи моделирования химико-технологических процессов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение	4	Основы математического пакета Mathcad.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
2	Эмпирический метод построения математического описания	3	Функции регрессии. Численное решение систем алгебраических уравнений	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
		3	Численное решение дифференциальных уравнений	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
3	Методы и модели определения физико-химических свойств газовых и жидких смесей	4	Определение условий фазовых равновесий пар-жидкость идеальных растворов	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
		6	Определение коэффициентов активности по экспериментальным данным фазового равновесия пар-жидкость	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
4	Теоретический метод построения математического описания	8	Моделирование реакций в аппаратах с различной структурой потока	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
		8	Проектный расчет теплообменника типа «труба в трубе»	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3

Лабораторные работы проводятся в помещении учебных лабораторий кафедры ПАХТ на компьютерах с использованием специализированных программных продуктов, имеющихся в ФГБОУ ВО «КНИТУ».

8. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Основы математического пакета Mathcad. Функции регрессии. Численное решение систем алгебраических уравнений	4	Подготовка к выполнению лабораторных работ и сдаче отчета по ней. Подготовка к тесту.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
2	Численное решение дифференциальных уравнений	3	Подготовка к выполнению лабораторных работ и сдаче отчета по ней. Подготовка к тесту.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
3	Функции регрессии. Численное решение систем алгебраических уравнений	3	Подготовка к выполнению лабораторных работ и сдаче отчета по ней. Подготовка к тесту.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
4	Определение условий фазовых равновесий пар-жидкость идеальных растворов	4	Подготовка к выполнению лабораторных работ и сдаче отчета по ней. Подготовка к тесту.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
5	Определение коэффициентов активности по экспериментальным данным фазового равновесия пар-	6	Подготовка к выполнению лабораторных работ и сдаче отчета по ней. Подготовка к	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3

	жидкость		тесту.	
6	Моделирование реакций в аппаратах с различной структурой потока	8	Подготовка к выполнению лабораторных работ и сдаче отчета по ней. Подготовка к тесту.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
7	Проектный расчет теплообменника типа «труба в трубе»	8	Подготовка к выполнению лабораторных работ и сдаче отчета по ней. Подготовка к тесту.	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Основы математического пакета Mathcad. Функции регрессии. Численное решение систем алгебраических уравнений	2	Проверка отчета и прием лабораторной работы. Проверка теста	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
2	Численное решение дифференциальных уравнений	2	Проверка отчета и прием лабораторной работы. Проверка теста	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
3	Функции регрессии. Численное решение систем алгебраических уравнений	2	Проверка отчета и прием лабораторной работы. Проверка теста	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
4	Определение условий фазовых равновесий пар-жидкость идеальных растворов	2	Проверка отчета и прием лабораторной работы. Проверка теста	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
5	Определение коэффициентов активности по экспериментальным данным фазового равновесия пар-жидкость	2	Проверка отчета и прием лабораторной работы. Проверка теста	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
6	Моделирование реакций в аппаратах с различной структурой потока	4	Проверка отчета и прием лабораторной работы. Проверка теста	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3
7	Проектный расчет теплообменника типа «труба в трубе»	4	Проверка отчета и прием лабораторной работы. Проверка теста	ОПК – 6.1 ОПК – 6.2 ОПК – 6.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студента используется рейтинговая система оценки знаний обучающихся, составленная на основании «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся и обеспечение качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

При изучении дисциплины предусматривается экзамен, выполнение 7 лабораторных работ, 7 отчетов по лабораторным работам. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум 40 баллов.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Количество</i>	<i>Минимум, баллов</i>	<i>Максимум, баллов</i>
Защита лабораторной работы	7	18	30
Тест	1	18	30
Экзамен	1	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 разрабатывается согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляется отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

№ п/п	Основные источники информации	Кол-во экз.
1	Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. – Казань: Изд-во КГТУ, 2009. – 136 с.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=13285 Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2	Клинов, А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Мальгин. – Казань: Изд-во КГТУ, 2011. – 100 с.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=13289 Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников рекомендуется использовать следующую литературу:

№ п/п	Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1	Разинов, А.И. Теоретические основы процессов химической технологии: учебное пособие / А.И.Разинов, О.В.Маминов, Г.С.Дьяконов. – Казань: Изд-во КГТУ, 2005. – 362с.	236 экз. в УНИЦ КНИТУ
2	Разинов, А.И. Гидромеханические и теплообменные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / А.И. Разинов, О.В. Маминов, Г.С. Дьяконов. – Казань: Изд-во КГТУ, 2007. – 212 с.	416 экз. в УНИЦ КНИТУ
3	Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учебное пособие для ВУЗов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 416 с.	200 экз. в УНИЦ КНИТУ
4	Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.Ю. Закгейм. – М.: Логос, 2012. – 304 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины рекомендуется использование следующих электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ . Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>
2. ЭБС Znanium.com – Режим доступа: znanium.com
3. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
4. ЭБС Консультант студента – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
5. ЭБС Book.ru – Режим доступа: <https://book.ru>
6. ЭБС IPRBooks – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru>
7. ЭБС «ЮРАЙТ» – Режим доступа: <https://urait.ru/>

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная база данных Knovel доступ с IP адресов КНИТУ <http://app.knovel.com/web>
2. Российские базы данных. Электронная библиотека учебных материалов по химии. Доступ свободный www.chem.msu.ru/rux/library/rusdbs.html
3. Журнал «Моделирование систем и процессов» Доступ свободный journal.vgltu.ru
4. База данных национального института стандартов и технологий США <https://webbook.nist.gov/chemistry/>
5. База данных Ивтангермо <https://www.chem.msu.ru/rus/handbook/ivtan/welcome.html>

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория (Е106) для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Персональный компьютер (18 шт.)
2. Принтер

техническими средствами обучения:

1. Интерактивная доска

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. Персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»:

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

Математический пакет: Mathcad Education Prime 5

13. Образовательные технологии

В соответствии с учебным планом занятия в интерактивной форме проводится 27 часов занятий. Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами. Кроме того, курс лекций снабжен видеоматериалами с обучающими роликами работе в специализированных программно-вычислительных комплексах для моделирования химико-технологических процессов. При проведении лабораторных занятий по сложным темам дисциплины организуются дискуссии между студентами.