

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«05» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.2.1 Моделирование технологических и природных систем

Направление подготовки/специальность: 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/направленность/специализация: Нефтехимия

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2021

Автор программы:

Кандидат физико-математических наук, доцент Хлебников Владимир Викторович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2020 г. № 909).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры математического моделирования и информационных технологий «18» мая 2021 г. Протокол № 9

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	10
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	11
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	12

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-7 Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- организационно-управленческий

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сферах: сбора, переработки, утилизации и хранения отходов производства; обеспечения экологически и санитарно-эпидемиологически безопасного обращения с отходами производства и потребления), 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива; производства полимерных материалов, лаков и красок; производства энергонасыщенных материалов; производства лекарственных препаратов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства химических источников тока; производства защитно-декоративных покрытий; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов, нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-7 Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	Анализирует современные методы математического моделирования технологических схем и производств, составляет модели с учётом особенностей производства и условий, в которых они реализуются

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-7 Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очно-заочная (семестр)	
		3	4

1	Научно-исследовательская работа		+
2	Неметаллические антикоррозионные покрытия	+	

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Моделирование технологических и природных систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина «Моделирование технологических и природных систем» изучается в 3 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 4 з.е.

Очно-заочная: 4 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	144
Контактная работа	20
Лекции (Лекции)	10
Практические (Практ. раб.)	10
Самостоятельная работа (СР)	86
Курсовая работа	2
Экзамен	36

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О-3	О-3	О-3	
3 семестр					
1	Математическое моделирование технологических систем	2	2	22	Реферат; Опрос
2	Математическое описание химико-технологи ческого объекта	2	4	22	Реферат; Опрос
3	Структурные модели. Способы построения структурных моделей природных систем	2	2	22	Собеседование

4	Структурный анализ химико-технологических систем	4	2	20	Реферат; Опрос
---	--	---	---	----	----------------

Тема 1. Математическое моделирование технологических систем (ПК-7)

Лекция.

Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Классификационные признаки. Основные этапы математического моделирования.

Практическое занятие.

Построение математических моделей химико-технологических процессов и их решение.

Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера первого порядка. Метод Рунге-Кутты 4 порядка.

Задания для самостоятельной работы.

Этапы построения математической модели. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования. Задачи моделирования. Выбор и обоснование метода решения задачи. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели. Методы идентификации параметров модели и методы установления адекватности модели. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования

Тема 2. Математическое описание химико-технологического объекта (ПК-7)

Лекция.

Состав математического описания химико-технологического объекта

Практическое занятие.

Характеристические уравнения идеальных моделей реакторов. Сравнение точности вычисления различных численных методов на примере кинетической модели (метод Эйлера, метод Рунге-Кутты).

Задания для самостоятельной работы.

Структура математической модели химико-технологического объекта.

Математическое моделирование как основной метод решения задач оптимизации и проектирования химико-технологических процессов.

Тема 3. Структурные модели. Способы построения структурных моделей природных систем (ПК-7)

Лекция.

Классификация структурных моделей. Способы построения структурных моделей. Системный анализ. Топологические модели.

Практическое занятие.

Моделирование реактора идеального смешения. Программирование и расчет. Расчет реакторных систем идеального смешения методом Рунге-Кутты.

Задания для самостоятельной работы.

Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентности. Матрицы связей.

Тема 4. Структурный анализ химико-технологических систем (ПК-7)

Лекция.

Способы представления структуры ХТС. Типы технологических связей в топологии ХТС.

Практическое занятие.

Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования изопропилбензола. Расчет реактора дегидрирования изопропилбензола

Задания для самостоятельной работы.

Классификация и назначение топологических моделей ХТС (графов). Потокные графы. Информационно-потокные графы. Сигнальные графы. Структурные графы.

Гомоморфные, изоморфные модели. Классификация моделей ХТС. Классификация ХТС по способу функционирования. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии. Типы технологических связей в топологии ХТС. Принципы построения математических моделей ХТС.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Опрос

Тема 1. Математическое моделирование технологических систем

1. Составьте схемы использования твердых, жидких и газообразных видов топлива.
2. Приведите примеры использования в энерготехнологических процессах теплоты химических реакций.
3. Сформулируйте основные направления повышения эффективности использования сырьевых и топливных энергетических ресурсов.
4. Какая величина выбирается в качестве критерия оптимальности при разработке оптимального температурного режима? Обоснуйте сделанный выбор.

Тема 2. Математическое описание химико-технологического объекта

Классификация нечетких сетей Петри.

Многоагентные модели исследования систем.

Математические модели онтологии предметных областей.

Моделирование систем на основе анализа размерностей и теории подобия.

Модели информационного поиска в массиве документов.

Способы автоматизированного извлечения знаний о предметной области из текстов электронных документов.

Предметно-ориентированные системы научной осведомленности.

Нечеткие запросы к базам данных

Тема 4. Структурный анализ химико-технологических систем

1. Водные положения о кластерном анализе
2. Задача кластерного анализа
3. Методы кластерного анализа
4. Алгоритм последовательной кластеризации
5. Число кластеров
6. Дендограммы

Реферат

Тема 1. Математическое моделирование технологических систем

1. Как изменится достигаемая в реакторе глубина превращения в том случае, если имеются застойные зоны:

а) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному смешению, б) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному вытеснению?

2. В чём состоят принципиальные различия в условиях теплообмена для изотермического и адиабатического режимов работы реактора?

Тема 2. Математическое описание химико-технологического объекта

Роль и место моделирования в создании и исследовании систем.

Критерии качества математических моделей.

Основы математического моделирования: требования к моделям, свойства моделей, составление моделей, примеры.

Классификация методов построения моделей систем.

Построение моделей идентификации поисковыми методами.

Оценка точности и достоверности результатов моделирования.

Технология построения моделей (в общем случае и для конкретных схем).

Математическое моделирование как наука и искусство.

Современные методы прогнозирования явлений и процессов.

Классификация языков и систем моделирования.

Методики вычислительного (компьютерного) эксперимента.

Перспективы развития компьютерного моделирования сложных систем.

Математические схемы вероятностных автоматов.

Тема 4. Структурный анализ химико-технологических систем

1 Понятие химико-технологической системы

2 Химическое предприятие как сложная кибернетическая система

3 Классификация моделей ХТС

4 Характеристика технологических операторов.

5 Понятие технологической топологии ХТС

6 Виды технологических связей между операторами

7 Постановка задач анализа и синтеза ХТС

Собеседование

Тема 3. Структурные модели. Способы построения структурных моделей природных систем

- Определение понятий "функциональные и структурные математические модели", рассмотрение их значения, главных функций и целей.

- Составление модели "черного ящика", простейшее отображение реальной системы.

- Метод исследования объектов с помощью их моделей.

- Общее понятие о системах уравнений, используемых в эконометрике

- Структурная и приведенная формы модели

- Проблема идентификации

- Оценивание параметров структурной модели

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ПК-7)

1. Модели. Моделирование. Области применения моделирования.

2. Определение модели. Свойства моделей. Цели моделирования. Классификация моделей.

3. Материальное моделирование. Идеальное моделирование
4. Физическое моделирование. Определение. Назначение. Достоинства. Недостатки.
5. Математическое моделирование. Классификация математических моделей Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.
6. Основные виды математических моделей.

Типовые задания для экзамена (ПК-7)

Типовые темы рефератов.

1. Из каких основных стадий состоит химико-технологический процесс?
2. Что такое химический процесс? Почему химический процесс как единичный процесс химической технологии сложнее по сравнению с тепловыми и массообменными?
3. Критерии эффективности химико-технологического процесса.
4. В чем состоит сущность энерготехнологии?
5. Структура теплового баланса ХТС.
6. Что такое вторичные материальные ресурсы?
7. С какой целью проводится комплексная переработка сырья?
8. Основные виды энергетических ресурсов. Какие из них являются наиболее перспективными?
9. Эффективное использование вторичных энергетических ресурсов.
10. Перечислите ВЭР.

Типовые темы курсовых работ (ПК-7)

- 1 Использование методов математического моделирования при расчете и конструировании фильтра с неподвижным зернистым слоем.
- 2 Разработка математической модели теплообменника.
- 3 Использование методов математического моделирования при расчете и конструировании выпарного аппарата.
- 4 Разработка математической модели пневматической трубы-сушилки.
5. Использование методов математического моделирования при расчете и конструировании аппарата с мешалкой.
6. Разработка математической модели газлифтного реактора.
- 7 Математическое моделирование аэротенка идеального смешения.
- 8 Использование методов математического моделирования при расчете и конструировании инжекторов.
- 9 Разработка математической модели процесса пропитки пористого материала.
- 10 Разработка математической модели процесса гранулирования из расплава.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично»	ПК-7	Демонстрирует успешное и систематическое владение навыками разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов.
«хорошо»	ПК-7	Демонстрирует в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов.

«удовлетворительно»	ПК-7	Демонстрирует в целом успешное, но не систематическое владение навыками разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов.
«неудовлетворительно»	ПК-7	Демонстрирует отсутствие навыков разработки и использования методов математического моделирования при оптимизации параметров технологических процессов

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Захаров Ю. В. Математическое моделирование технологических систем : учебное пособие. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. - 84 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477400>

2. Кудряшов В. С., Алексеев М. В. Моделирование систем : учебное пособие. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. - 208 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141980>

6.2 Дополнительная литература:

1. Белов, П. С. Математическое моделирование технологических процессов : учебное пособие (конспект лекций). - Весь срок охраны авторского права; Математическое моделирование технологических процессов. - Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016. - 121 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/43395.html>
2. Немтинов В.А., Карпушкин С.В., Мокрозуб В.Г., Малыгин Е.Н. Виртуальное моделирование химико-технологических систем. Состояние проблемы : монография. - Тамбов: [Издат. дом ТГУ им. Г.Р. Державина], 2010. - 235 с.
3. Афонин В. В., Федосин С. А. Моделирование систем : учебно-практическое пособие. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 232 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232979>
4. Звонарев С. В., Кортон В. С., Штанг Т. В. Моделирование структуры и свойств наносистем : учебно-методическое пособие. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 121 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276022>

6.3 Иные источники:

1. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>
2. учебные материалы на сайте кафедры физхимии Ростовского ГУ - <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
2. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
3. Springer Open (ресурсы Springer открытого доступа): база данных. – URL: <https://www.springeropen.com>
4. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
5. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.