ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Авдин В. В.
Пользователь: avdinvv
Дата подписания: 31.05.2022

В. В. Авдин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.08 Моделирование химико-технологических процессов и программные средства на основе искусственного интеллекта
для направления 18.03.01 Химическая технология
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Технология топлива, углеродных и огнеупорных материалов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 922

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Авдин В. В.
Пользователь: avdinvv
Дата подписания: 31.05.2022

В. В. Авдин

Разработчик программы,
к.хим.н., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Варламова Т. В.
Пользователь: varlamovatv
Дата подписания: 31.05.2022

Т. В. Варламова

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель - изучить принципы и методы моделирования и применение современных информационных технологий для исследования и разработки химико-технологических процессов. Задачи: изучить основные понятия , классификацию и общие принципы моделирования; познакомиться с принципами разработки детерминированных и функциональных моделей химических, тепло- и массообменных процессов и реакторов.

Краткое содержание дисциплины

Моделирование – один из главных методов, позволяющих сократить и снизить стоимость разработки новых производственных процессов. В данном курсе изучаются основы теории математического моделирования химико-технологических процессов. В первом разделе рассматриваются основные понятия теории моделирования, классификация математических моделей и общие принципы моделирования. Во втором разделе рассматриваются методы детерминированного (физико-химического) моделирования различных типов процессов. В третьем разделе рассмотрен вероятностный подход к моделированию процессов, характеризующихся неполной информацией об их механизме, которые изучаются статистическими методами.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: основы системного подхода при разработке блочных физико-химических моделей физико-химических систем, имеет представление об анализе и синтезе химико-технологических систем Имеет практический опыт: составления математического описания моделей простейших химических процессов на основе системного подхода
ПК-5 способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического моделирования,	Знает: цели и задачи математического моделирования, основные понятия, классификацию, основные принципы и алгоритмы математического моделирования химико-технологических процессов, основные пакеты моделирующих программ, математическое описание гидравлических, химических, тепло- и массообменных процессов Умеет: составлять детерминированные математические модели статических химических процессов с участием реакций с простыми механизмами, невысоких порядков, протекающих в различных гидродинамических режимах Имеет практический опыт: выполнения расчетов аналитическими и численными методами по

	простейшим математическим моделям, составления математических моделей простейших массо- и теплообменных процессов
ПК-6 готов проектировать технологические процессы, в том числе с использованием информационных технологий и автоматизированных систем, в составе авторского коллектива	Знает: возможности применения математического моделирования для проектирования химико-технологических процессов, в том числе в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами, понятия анализа, оптимизации, синтеза химико-технологических систем, компьютерное моделирование с помощью физико-химических и эмпирических моделей Умеет: составлять детерминированные математические модели статических химических процессов с участием реакций с простыми механизмами, невысоких порядков, протекающих в различных гидродинамических режимах Имеет практический опыт: выполнения расчетов аналитическими и численными методами по простейшим математическим моделям, составления математических моделей простейших массо- и теплообменных процессов
ПК-8 способен принимать конкретные технические решения при разработке и проведении технологических процессов, в том числе с использованием информационных технологий, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических, экономических и социальных последствий их применения	Знает: возможности применения математического моделирования для проектирования ХТП, в том числе в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами, понятия анализа, оптимизации, синтеза химико-технологических систем, компьютерное моделирование с помощью физико-химических и эмпирических моделей Умеет: обоснованно выбрать и использовать метод математического моделирования применительно к простейшим физико-химическим системам

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Философия, Материаловедение. Технология конструкционных материалов, Процессы дробления и размола в химической технологии, Начертательная геометрия и инженерная графика, Топливно-энергетический комплекс России, Оптимизация эксперимента, Производственная практика, научно-исследовательская работа (6 семестр)	Технология огнеупорных материалов, Технология углеродных материалов, Пневмогидроавтоматика в химическом производстве, Технология коксохимического производства, Современные композиционные материалы, Насосы и компрессоры в химической промышленности, Переработка нефти и газа, Производственная практика, преддипломная практика (8 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Философия	Знает: основные философские парадигмы современного мирового сообщества Умеет: систематизировать и оценивать имеющуюся информацию, составлять аналитический обзор, применять приёмы философского мировоззрения в процессе изучения проблемы Имеет практический опыт: использования найденной информации по теме исследования для интерпретации и анализа полученных результатов
Начертательная геометрия и инженерная графика	Знает: Умеет: применять анализ двухмерных изображений для построения трехмерных объектов, применять анализ двухмерных изображений для построения трехмерных объектов Имеет практический опыт: построения пространственных объектов для решения поставленных задач, построения пространственных объектов для решения поставленных задач
Процессы дробления и размола в химической технологии	Знает: конструкции измельчителей и их технические характеристики, конструкции дробилок и мельниц, способы регулирования степени измельчения Умеет: подобрать измельчители в соответствии со свойствами материалов и требуемой степенью измельчения, выбрать машины для измельчения, исходя из свойств материала, производительности и требуемого размера частиц Имеет практический опыт: расчета оборудования на заданную производительность процесса, анализа технической документации и подбора оборудования
Топливно-энергетический комплекс России	Знает: состав отраслей промышленности ТЭК, особенности сырья и продукции отраслей промышленности ТЭК, состав и структуру ТЭК России, систему отраслей производства, представляющих топливно-энергетически комплекс России, связи между ними; объемы производства, баланс между различными энергетическими ресурсам, их источники и месторождения; перспективы и основную проблематику, виды углеводородных топливных ресурсов, проблематику и перспективы их использования, представления об энерготехнологии, особенности сырья и продукции отраслей промышленности ТЭК Умеет: самостоятельно найти, систематизировать, анализировать, обобщить информацию попроизводственной деятельности предприятий ТЭК, использовать информацию по

	ТЭК России для решения профессиональных задач, использовать полученные знания для написания рефератов Имеет практический опыт: реферирования литературы по структуре и функционированию ТЭК России, использования различных информационных ресурсов, содержащих сведения о ТЭК России, позволяющий, осуществлять системный поиск и анализ информации, необходимой для решения профессиональных задач
Материаловедение. Технология конструкционных материалов	Знает: области применения и допустимые условия эксплуатации различных материалов, в том числе конструкционных, области применения и допустимые условия эксплуатации различных материалов, в том числе конструкционных Умеет: обоснованно выбрать материалы, необходимые для реализации технологий природных энергоностителей и углеродной продукции, обоснованно выбрать материалы, необходимые для реализации технологий природных энергоностителей, углеродной и огнеупорной продукции Имеет практический опыт: определения и испытания свойств материалов, определения и испытания свойств материалов
Оптимизация эксперимента	Знает: характеристики случайной величины, способы определения параметров функции распределения, получения оценок случайной величины, методы обработки экспериментальных данных, основы дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа, основы теории вероятности и статистического анализа данных, необходимые для понимания и освоения эмпирических методов моделирования химико-технологических процессов Умеет: строить функции распределения случайной величины, рассчитывать числовые характеристики распределения случайных величин Имеет практический опыт: построения доверительных интервалов для оценок параметров исследуемой случайной величины, использования их для интерпретации результатов проведённого анализа или испытания, использования методов обработки экспериментальных данных, дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа, использования результатов выполненных статистических расчетов для интерпретации результатов эксперимента, статистической обработки наблюдений
Производственная практика, научно-исследовательская работа (6 семестр)	Знает: источники и методы поиска научно-технической и методической информации для проведения исследования по заданной теме, современные актуальные источники научно-технической, химической, химико-

	технологической, нормативно-технической экономической информации, отраслевую справочную и специальную литературу , основные информационные ресурсы и поисковые системы в области химической технологии Умеет: обоснованно выбрать инструментальный, химико-аналитический, коллоидно-химический, физико-химический метод исследования, необходимый для исследования материалов и процессов технологии энергоносителей, углеродных и огнеупорных материалов, систематизировать, анализировать собираемую информацию, обобщать, делать выводы, формулировать проблематику, цели и задачи исследования, осуществлять поиск необходимой научно-технической информации для решения поставленных задач Имеет практический опыт: освоения новых методов анализов и экспериментов и их выполнения, использования научно-технической, химической, химико-технологической, нормативно-технической экономической информации, отраслевой справочной и специальной литературы

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	64	64
Лекции (Л)	48	48
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	35,5	35,5
Подготовка к экзамену	27	27
Подготовка к тестированию	8,5	8.5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР

1	Общие понятия и принципы моделирования	4	4	0	0
2	Детерминированные математические модели химико-технологических процессов (ХТП)	14	8	6	0
3	Экспериментально-статистические (эмпирические) методы построения математических моделей	18	12	6	0
4	Методы оптимизации в химической технологии	12	8	4	0
5	Искусственный интеллект	16	16	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1,2	1	Общие понятия и принципы моделирования	4
3,4	2	Математическое описание гидродинамической структуры потоков. Моделирование тепловых процессов.	4
5,6	2	Математическое моделирование массообменныхых процессов и кинетики химической реакции	4
7,8	3	Статистические модели на основе пассивного эксперимента	4
9,10	3	Статистические методы на основе активного эксперимента	4
11,12	3	Симплексный метод планирования и оптимизации	4
13,14	4	Статистические методы оптимизации в химической технологии	4
15,16	4	Аналитические и численные методы оптимизации в химической технологии	4
17	5	Понятие искусственного интеллекта	2
18, 19	5	Феномен информации и различные его трактовки	4
20, 21	5	Обобщенная модель информационного взаимодействия. Соотношение знаний и данных. Определения информации.	4
22, 23	5	Семиотика информационных систем	4
24	5	Феномен интеллекта и его различные системы	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Построение математической модели структуры гидродинамического потока в аппарате	2
2	2	Моделирование противоточного теплообменника	2
3	2	Моделирование массообменных процессов и кинетики химических реакций	2
4,5	3	Выбор вида и определение параметров эмпирической зависимости	4
6	3	Планирование эксперимента	2
7	4	Статистические методы оптимизации	2
8	4	Аналитические и численные методы оптимизации	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС

Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Хим. технология" и др. А. М. Гумеров. - Изд. 2-е, перераб. - СПб. и др.: Лань, 2014. - 174, [2] с. ил.; 2. Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. - М.: Академкнига, 2006. - 415 с. ил.; 3. Демидов, А. К. Искусственный интеллект [Текст] учеб. пособие А. К. Демидов, Б. М. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. математика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 65, [1] с. ил.; 4. 3. Ясницкий, Л. Н. Введение в искусственный интеллект [Текст] учеб. пособие Л. Н. Ясницкий. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2008. - 174, [1] с.. 5. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8519-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176662 (дата обращения: 06.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	7	27
Подготовка к тестированию	1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Хим. технология" и др. А. М. Гумеров. - Изд. 2-е, перераб. - СПб. и др.: Лань, 2014. - 174, [2] с. ил.; 2. Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. - М.: Академкнига, 2006. - 415 с. ил.; 3. Демидов, А. К. Искусственный интеллект [Текст] учеб. пособие А. К. Демидов, Б. М. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. математика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 65, [1] с. ил.; 4. 3. Ясницкий, Л. Н. Введение в искусственный интеллект [Текст] учеб. пособие Л. Н. Ясницкий. - 2-	7	8,5

	е изд., испр. - М.: Академия, 2008. - 174, [1] с.. 5. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8519-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176662 (дата обращения: 06.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Тестирование 1	0,5	20	Студентам выдаются протоколы с вопросами и вариантами ответов на каждый вопрос. На протоколах студенты указывают дату, группу, ФИО и варианты ответов, которые они считают верными. Время работы - 20 минут. В каждом тестовом задании 20 вопросов. Оценка результатов тестирования проводится следующим образом: если варианты ответов на вопрос выбраны верно - 1 балл, неверный выбор вариантов ответа - 0 баллов.	экзамен
2	7	Текущий контроль	Тестирование 2	0,5	20	Студентам выдаются протоколы с вопросами и вариантами ответов на каждый вопрос. На протоколах студенты указывают дату, группу, ФИО и варианты ответов, которые они считают верными. Время работы - 20 минут. В каждом тестовом задании 20 вопросов. Оценка результатов тестирования проводится следующим образом: если варианты ответов на вопрос выбраны верно - 1 балл, неверный выбор вариантов ответа - 0 балло	экзамен
3	7	Проме-жуточная аттестация	Экзамен	-	10	Экзаменационная работа должна иметь титул, быть аккуратно оформленной, понятной для прочтения. Работы, в которых не соблюдаются эти требования к проверке на принимаются. Оценка выполнения теоретической части	экзамен

						экзаменационной работы проводится следующим образом: теоретический вопрос освещён полно и верно, по существу вопроса, научным стилем, грамотная письменная речь - 5 баллов, ответ по существу вопроса, но неполный, либо с несущественными ошибками, грамотная речь, научный стиль - 4 балла, ответ по существу вопроса неполный и с ошибками, грамотная речь, научный стиль - 3 балла; ответ по существу вопроса неполный или с грубыми ошибками, неграмотная речь, ненаучный стиль -2 балла; ответ по существу вопроса неполный и с грубыми ошибками, неграмотная речь, ненаучный стиль -1 балл; ответ не по существу вопроса, либо отсутствие ответа на вопрос - 0 баллов. Максимальная оценка за теоретический вопрос 5 баллов. Оценка решения задачи проводится следующим образом: правильный алгоритм решения, правильный расчет, прослеживаемость хода решения, соблюдение требований к оформлению задач - 5 баллов; правильный алгоритм решения, правильный расчет,невозможность отследить ход решения, не соблюдение требований к оформлению задач - 4 балла; несущественные ошибки в алгоритме решения, либо ошибки в расчете, при соблюдении прослеживаемости хода решения и требований к оформлению задач - 3 балла; неправильный алгоритм решения, либо неправильный правильный расчет,невозможность отследить ход решения, не соблюдение требований к оформлению задач - 2 балла; ошибки в алгоритме и расчете при правильных исходных теоретических положениях и при соблюдении требований к оформлению - 1 балл: неверные исходные теоретические положения и алгоритм решения, либо отсутствие решения задачи - 0 баллов. Максимальный балл за решение задачи - 5 баллов.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен не является обязательным мероприятием промежуточной аттестации. На экзамене студенты получают экзаменационные билеты, включающие теоретический вопрос и задачу, и в течение часа выполняют экзаменационную	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	работу. По окончании отведённого времени экзаменационные работы сдаются преподавателю. Преподаватель приглашает студентов персонально, проверяет и оценивает работу в его присутствии, при необходимости задает уточняющие и дополнительные вопросы, которые вносятся в протокол ответа, студент письменно отвечает на эти вопросы.	

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
УК-1	Знает: основы системного подхода при разработке блочных физико-химических моделей физико-химических систем, имеет представление об анализе и синтезе химико-технологических систем	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: составления математического описания моделей простейших химических процессов на основе системного подхода	+	+	+
ПК-5	Знает: цели и задачи математического моделирования, основные понятия, классификацию, основные принципы и алгоритмы математического моделирования химико-технологических процессов, основные пакеты моделирующих программ, математическое описание гидравлических, химических, тепло- и массообменных процессов	+	+	+
ПК-5	Умеет: составлять детерминированные математические модели статических химических процессов с участием реакций с простыми механизмами, невысоких порядков, протекающих в различных гидродинамических режимах	+	+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: выполнения расчетов аналитическими и численными методами по простейшим математическим моделям, составления математических моделей простейших массо- и теплообменных процессов	+	+	+
ПК-6	Знает: возможности применения математического моделирования для проектирования химико-технологических процессов, в том числе в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами, понятия анализа, оптимизации, синтеза химико-технологических систем, компьютерное моделирование с помощью физико-химических и эмпирических моделей	+	+	+
ПК-6	Умеет: составлять детерминированные математические модели статических химических процессов с участием реакций с простыми механизмами, невысоких порядков, протекающих в различных гидродинамических режимах	+	+	+
ПК-6	Имеет практический опыт: выполнения расчетов аналитическими и численными методами по простейшим математическим моделям, составления математических моделей простейших массо- и теплообменных процессов	+	+	+
ПК-8	Знает: возможности применения математического моделирования для проектирования ХТП, в том числе в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами, понятия анализа, оптимизации, синтеза химико-технологических систем, компьютерное моделирование с помощью физико-химических и эмпирических моделей	+	+	+
ПК-8	Умеет: обоснованно выбрать и использовать метод математического моделирования применительно к простейшим физико-химическим системам	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Хим. технология" и др. А. М. Гумеров. - Изд. 2-е, перераб. - СПб. и др.: Лань, 2014. - 174, [2] с. ил.
2. Демидов, А. К. Искусственный интеллект [Текст] учеб. пособие А. К. Демидов, Б. М. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. математика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 65, [1] с. ил.
3. Ясницкий, Л. Н. Введение в искусственный интеллект [Текст] учеб. пособие Л. Н. Ясницкий. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2008. - 174, [1] с.

б) дополнительная литература:

1. Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. - М.: Академкнига, 2006. - 415 с. ил.
2. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Хим. технология и биотехнология" и "Материаловедение" А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 302 с. ил., табл. 22 см
3. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Хим. технология и биотехнология" и "Материаловедение" А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2014. - 302 с. ил., табл.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия "Математическое моделирование и программирование" / Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ.-Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2001-http://vestnik.susu.ac.ru/
2. Реферативный журнал. Тепло- и массообмен. 78. : авт. указ. / Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) .-М. : ВИНИТИ , 1982-1994.
3. Химическая технология : произв., науч.-техн., информ.-аналит. и учеб.-метод. журн. / ООО "Наука и технологии".-М. , 2003-
4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ Федеральное государственное унитарное предприятие "Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр "Наука" (Москва) Тематика журнала: явления переноса; поверхностные явления; процессы разделения смесей; теория и методы расчета химических реакторов; совмещенные процессы и многофункциональные реакторы; гидромеханические, тепловые, диффузионные, химические процессы и аппараты; мембранные процессы и реакторы; биотехнология; дисперсные системы; нанотехнология; интенсификация процессов; информационное моделирование и анализ;

техноэкономический анализ; энерго- и ресурсосберегающие, экологически чистые процессы и производства. URL-адрес: http://www.maik.ru/ru/journal/toht/

5. Журнал «Химическая промышленность сегодня» Издательство "ООО Химпром сегодня" Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ N 77-13131 от 15 июля 2002 г . Дата основания организации июль 2002 г. Адрес: Москва, 125047, Миусская пл. 9 (входит в базу данных Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science, журнал входит в Международную реферативную базу Chemical Abstracts) Журнал публикует оригинальные статьи и обзоры теоретических и экспериментальных исследований, посвященных современным проблемам химической технологии, каталитическим процессам, методам расчета процессов и аппаратов химической промышленности. URL-адрес: http://www.chemprom.org/

6. ПРОМЫШЛЕННЫЕ АСУ И КОНТРОЛЛЕРЫ. Издательство "Научтехлитиздат" (Москва). URL-адрес: https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7970.

7. Программные продукты и системы : науч.-практ. изд. / Междунар. ассоц. фондов мира, Науч.-исслед. ин-т "Центрпрограммсистем", ред. журн. М. , 1989-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Вопросы для самоконтроля

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Вопросы для самоконтроля

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/41014 — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/13289 — Загл. с экрана.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Зиятдинов, Н.Н. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2008. — 159 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/13290 — Загл. с экрана.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная	Системный анализ химико-технологических процессов с использованием программы ChemCad. [Электронный

		система издательства Лань	ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Зиятдинов [и др.]. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2009. — 212 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/13329 — Загл. с экрана.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гусарова, Н. Ф. Введение в теорию искусственного интеллекта : учебное пособие / Н. Ф. Гусарова. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136515 (дата обращения: 06.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8519-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176662 (дата обращения: 06.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гартман, Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с. — ISBN 978-5-8114-3900-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/126905 (дата обращения: 12.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)
3. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)
4. -Техэксперт(31.12.2022)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	403 (3д)	Читальный зал для студентов: учебная и научная литература, компьютеры с доступом к электронным базам данных и сети Internet, консультанты
Самостоятельная работа студента	1 (1)	Зал электронных ресурсов: компьютеры с доступом к электронным ресурсам и Internet, консультанты.
Лекции	202 (1а)	Мультимедийная система: компьютер, проектор, экран.
Практические занятия и семинары	308 (1а)	компьютерный класс