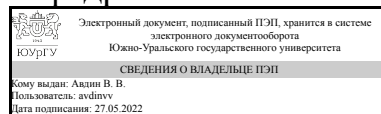


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



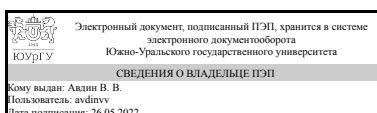
В. В. Авдин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.09 Практикум по моделированию химико-технологических процессов
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

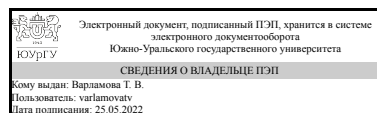
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 922

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



В. В. Авдин

Разработчик программы,
к.хим.н., доцент



Т. В. Варламова

1. Цели и задачи дисциплины

Цель – научить практическому использованию принципов и методов построения и расчёта математических моделей типовых химико-технологических процессов.
Задачи: научиться разрабатывать детерминированные и эмпирические модели химических, массо-и теплообменных процессов и химико-технологических аппаратов, выполнять их расчёт и решать задачи оптимизации на основе полученных моделей.

Краткое содержание дисциплины

Моделирование гидродинамической структуры потока, тепловых и массообменных процессов, кинетики химической реакции, химического реактора, статистические модели на основе пассивного и активного экспериментов, решение задач оптимизации аналитическими, численными и статистическими методами.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
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,	Умеет: составлять математическое описание моделей простейших химико-технологических процессов блочным физико-химическим и эмпирическим методами Имеет практический опыт: расчета по детерминированным и эмпирическим моделям

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Оптимизация эксперимента, Производственная практика, научно-исследовательская работа (6 семестр)	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
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-

	<p>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</p>
<p>Производственная практика, научно-исследовательская работа (6 семестр)</p>	<p>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</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра

		7
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
Подготовка к тестированию	9	9
Подготовка к зачёту	9	9
Самостоятельное решение задач (семестровое задание)	17,75	17,75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Детерминированные математические модели химико-технологических процессов	10	0	10	0
2	Эмпирические методы построения математических моделей	10	0	10	0
3	Методы оптимизации в химической технологии	12	0	12	0

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Моделирование гидродинамической структуры потоков.	2
2	1	Моделирование тепловых процессов.	2
3	1	Моделирование массообменных процессов	2
4	1	Моделирование кинетики химических реакций	2
5	1	Моделирование химических реакторов	2
6, 7	2	Построение статистических моделей на основе пассивного эксперимента	4
8, 9, 10	2	Построение моделей на основе активного эксперимента	6
11, 12, 13	3	Решение экстремальных задач статистическими методами	6
14, 15, 16	3	Аналитические и численные методы оптимизации	6

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 тестированию	<p>1) Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов ; ред. Н. А. Заходякина. - М.: КолосС, 2008. - 158, [1] с. ил. 21 см.; 2) 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. 3) Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/92623 — Загл. с экрана.</p>	7	9
Подготовка к зачёту	<p>1) Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов ; ред. Н. А. Заходякина. - М.: КолосС, 2008. - 158, [1] с. ил. 21 см.; 2) 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. 3) Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/92623 — Загл. с экрана.</p>	7	9
Самостоятельное решение задач (семестровое задание)	<p>1) Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов ; ред. Н. А. Заходякина. - М.: КолосС,</p>	7	17,75

	<p>2008. - 158, [1] с. ил. 21 см.; 2) 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. 3) Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/92623 — Загл. с экрана. 4) 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. 5) Ахназарова, С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии Учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1978. - 319 с. ил.</p>		
--	--	--	--

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	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Семестровое задание (задача 1)	0,1	5	Семестровая работа выполняется в течение семестра по индивидуальным заданиям. Каждое задание содержит шесть задач. Каждая задача может сдаваться на проверку по отдельности. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения, законы, математические модели и т.п.) - 0,5 баллов; не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный ход решения - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3)	зачет

						соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при несоблюдении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неправильный расчет - 0 баллов.	
2	7	Текущий контроль	Семестровое задание (задача 2)	0,1	5	Семестровая работа выполняется в течение семестра по индивидуальным заданиям. Каждое задание содержит шесть задач. Каждая задача может сдаваться на проверку по отдельности. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения, законы, математические модели и т.п.) - 0,5 баллов; не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный ход решения - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при несоблюдении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неправильный расчет - 0 баллов.	зачет
3	7	Текущий контроль	Семестровое задание (задача 3)	0,1	5	Семестровая работа выполняется в течение семестра по индивидуальным заданиям. Каждое задание содержит шесть задач. Каждая задача может сдаваться на проверку по отдельности. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения, законы, математические модели и т.п.) - 0,5 баллов; не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный ход решения - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при несоблюдении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неправильный расчет - 0 баллов.	зачет
4	7	Текущий контроль	Семестровое задание (задача 4)	0,1	5	Семестровая работа выполняется в течение семестра по индивидуальным заданиям. Каждое задание содержит шесть задач. Каждая задача может сдаваться на проверку по отдельности. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения, законы, математические модели и т.п.) - 0,5	зачет

						баллов; не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный ход решения - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при несоблюдении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неправильный расчет - 0 баллов.	
5	7	Текущий контроль	Семестровое задание (задача 5)	0,1	5	Семестровая работа выполняется в течение семестра по индивидуальным заданиям. Каждое задание содержит шесть задач. Каждая задача может сдаваться на проверку по отдельности. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения, законы, математические модели и т.п.) - 0,5 баллов; не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный ход решения - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при несоблюдении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неправильный расчет - 0 баллов.	зачет
6	7	Текущий контроль	Семестровое задание (задача 6)	0,1	5	Семестровая работа выполняется в течение семестра по индивидуальным заданиям. Каждое задание содержит шесть задач. Каждая задача может сдаваться на проверку по отдельности. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения, законы, математические модели и т.п.) - 0,5 баллов; не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный ход решения - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при несоблюдении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неправильный расчет - 0 баллов.	зачет
7	7	Текущий контроль	контрольная работа	0,4	10	Контрольная работа выполняется 1,5 часа письменно по билетам. Каждый билет содержит две задачи. Максимальный балл за одну задачу - 5 баллов. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих	зачет

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.

б) дополнительная литература:

1. 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. : ВИНТИ , 1982-1994.
3. Химическая технология : произв., науч.-техн., информ.-аналит. и учеб.-метод. журн. / ООО "Наука и технологии" .-М. , 2003-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по решению задач

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания по решению задач

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 : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/41014 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Методические пособия для	Электронно-библиотечная	Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов. [Электронный ресурс] :

	самостоятельной работы студента	система издательства Лань	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 система издательства Лань	Системный анализ химико-технологических процессов с использованием программы ChemCad. [Электронный 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	Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/92623 — Загл. с экрана.
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Натареев, С. В. Моделирование и расчет процессов химической технологии : учебное пособие / С. В. Натареев. — Иваново : ИГХТУ, 2008. — 144 с. — ISBN 948-5-9616-0287-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4502 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено