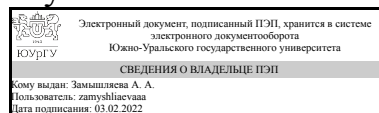


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



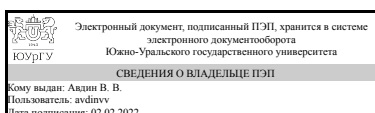
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.21 Общая химическая технология
для направления 04.03.01 Химия
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

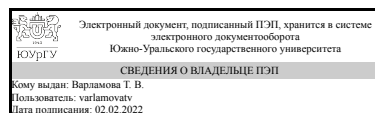
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденным приказом Минобрнауки от 17.07.2017 № 671

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



В. В. Авдин

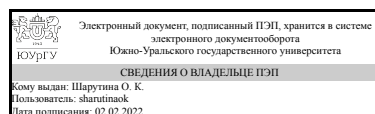
Разработчик программы,
к.хим.н., доцент



Т. В. Варламова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
д.хим.н., проф.



О. К. Шарутина

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины - знакомство с химическим производством как сложной химико-технологической системой, формирование у будущих специалистов профессиональных знаний и практических навыков по расчётам технологических параметров химических процессов и реакторов. Задачи, выполняемые при изучении дисциплины: - общее знакомство со структурой и элементами химического производства; - изучение общих закономерностей химических процессов, их классификации и технологических критериев эффективности; - изучение методов построения математических моделей химических процессов, проводимых в реакторах с различными гидродинамическими и тепловыми режимами; - изучение общих принципов разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода; - ознакомление с важнейшими промышленными химическими производствами; - овладение навыками расчёта расходных коэффициентов, материального и теплового баланса, критериев эффективности и параметров технологического режима химико-технологического процесса, выбора типа и расчёта химических реакторов.

Краткое содержание дисциплины

Общее знакомство с химическим производством - его структурой и элементами, иерархической организацией процессов, критериями оценки эффективности производства. Химико-технологические системы: классификация, структура и описание. Общие закономерности химических процессов, лежащие в основе расчёта реакторов. Основы теории химических реакторов и моделирования процессов в химических реакторах с различными гидродинамическими и тепловыми режимами. Гетерогенные и гетерогенно-каталитические процессы. Сырьё, энергия, водные ресурсы в химическом производстве. Важнейшие промышленные химические производства.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	Знает: теоретические основы построения и расчёта математических моделей химических реакторов Умеет: используя математические модели реакторов, выполнять расчёты основных параметров химического процесса, анализировать причины отклонений заданных параметров в реакторе и формулировать рекомендации по поддержанию параметров техпроцесса в необходимых пределах
ПК-4 Способен решать технологические задачи, осуществлять контроль технологического процесса под руководством специалиста более высокой квалификации	Знает: основные химико-технологические критерии эффективности химического производства, виды расходных коэффициентов Умеет: определять расходные коэффициенты, степени превращения, выходы продуктов, селективности, конечный и равновесный состав

	продуктов химического процесса Имеет практический опыт: составления материального и теплового баланса химического процесса
--	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.13 Физика, 1.О.10 Специальные главы математики, 1.О.08 Математика, 1.О.16 Аналитическая химия, 1.О.09 Теория вероятностей и математическая статистика	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
1.О.16 Аналитическая химия	Знает: расчетные и графические методы решения типовых задач аналитической химии, основы химических и физико-химических методов анализа, метрологические основы химического анализа, практику гравиметрического, титриметрического, кинетического, электрохимического, хроматографического и спектроскопического методов анализа, принципы структурирования отчета по исследованиям, связанным с аналитическим определением, основные требования к его написанию Умеет: экспериментально реализовать пропись методики анализа, оценивать пригодность и достоверность методики анализа, обрабатывать результаты анализа в соответствии с аттестованной методикой, выбрать химический или физико-химический метод анализа в соответствии с особенностью объекта исследования, составлять отчет о результатах работы в аналитической лаборатории и корректно представлять результат аналитического определения Имеет практический опыт: решения типовых задач аналитической химии, обращения с лабораторной и мерной посудой, аналитическими весами, стандартными аналитическими приборами, объяснения аналитических сигналов и валидаций методик анализа, проведения статистической обработки и корректного представления аналитических результатов, использования химических и физико-химических методов анализа для решения исследовательских и технологических

	задач
1.О.08 Математика	Знает: базовые понятия линейной алгебры и математического анализа Умеет: использовать базовые понятия математического анализа и линейной алгебры для нахождения геометрических, физических и химических величин, составлять дифференциальные уравнения, отражающие реальные физические и химические процессы, интерпретировать полученные решения Имеет практический опыт: построения математических моделей с использованием матриц, систем линейных уравнений, функций одной и нескольких переменных, определенных интегралов, дифференциальных уравнений
1.О.13 Физика	Знает: фундаментальные законы и понятийный аппарат физики Умеет: решать типовые задачи по основным разделам физики, выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах Имеет практический опыт: использования базовых знаний в области физики для интерпретации результатов химических экспериментов
1.О.09 Теория вероятностей и математическая статистика	Знает: расчетно-теоретические математические методы определения предполагаемого закона распределения генеральной совокупности по выборке, проверки выдвинутой гипотезы, оценки параметров распределения, методы обработки числовых данных с использованием современной вычислительной техники, определения и свойства основных понятий математической статистики Умеет: производить необходимые вычисления, в том числе с использованием современной вычислительной техники, для обработки результатов экспериментального исследования Имеет практический опыт: обработки выборки из массива эмпирических числовых данных и анализа полученных результатов с применением расчетно-теоретических математических методов, вычисления теоретических вероятностей случайных событий, составления законов распределения случайных величин, нахождения числовых характеристик, обработки выборок из массивов числовых данных, связанных с химическими или другими процессами
1.О.10 Специальные главы математики	Знает: определения и свойства кратных и криволинейных интегралов, числовых и степенных рядов Умеет: Имеет практический опыт: решения геометрических, физических и химических задач с помощью кратных и криволинейных интегралов, а также с применением степенных рядов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка в практическим занятиям	18	18
Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	18	18
Подготовка к контрольной работе	6	6
Подготовка к тестированию	3,5	3.5
Подготовка к экзамену	24	24
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
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	Основные понятия, содержание, цели и задачи дисциплины. Структура химического производства.	2	2	0	0
2	Критерии эффективности химико-технологического процесса (ХТП).	6	2	4	0
3	Расходные коэффициенты, материальные и тепловые балансы химических процессов	8	2	6	0
4	Использование термодинамических и кинетических расчётов в химической технологии	10	4	6	0
5	Общие понятия и принципы моделирования химических процессов и реакторов	2	2	0	0
6	Математические модели изотермических реакторов	14	6	8	0
7	Использование функций распределения для расчёта химических процессов и реакторов	4	2	2	0
8	Модели неизотермических реакторов с идеальным гидродинамическим режимом	6	2	4	0
9	Тепловая устойчивость и оптимальный температурный режим химических процессов	4	2	2	0
10	Гетерогенные и гетерогенно-каталитические процессы	2	2	0	0
11	Общие принципы разработки ХТП	2	2	0	0

12	Важнейшие промышленные химические производства	4	4	0	0
----	--	---	---	---	---

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия: химическое производство, химико-технологический процесс, технологический режим, химико-технологическая система. Содержание, цели и задачи дисциплины. Компоненты и структура химического производства. Классификация реакций, используемых в химической технологии.	2
2	2	Критерии эффективности химического процесса: степень превращения реагента, выход продукта, селективность, производительность, интенсивность. Формулы для расчёта состава реакционной смеси по степени превращения реагента. Соотношения, связывающие между собой критерии эффективности химического процесса.	2
3	3	Стехиометрия реакций. Химическая переменная (полнота реакции). Примеры установления стехиометрии для случая простой и сложной (последовательной) реакции. Базисная система стехиометрических уравнений. Теоретические и практические расходные коэффициенты. Примеры расчёта материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов.	2
4	4	Термодинамические расчёты химико-технологических процессов. Химическое равновесие, различные способы выражения констант равновесия их связь с энергией Гиббса процесса. Расчёт равновесия по термодинамическим данным для сложных процессов. Смещение равновесия. Определение равновесного состава реакционной смеси. Эксергический метод термодинамического анализа.	2
5	4	Использование законов кинетики при выборе технологического режима. Скорость гомогенных и гетерогенных химических реакций. Координата скорости. Кинетические уравнения простых и сложных реакций с известным и неизвестным механизмом. Способы изменения скоростей реакций. Анализ влияния концентрации исходного реагента, температуры и катализатора на селективность сложных реакций на примере параллельной необратимой реакции.	2
6	5	Химические реакторы. Общие сведения о реакторах. Моделирование химических процессов и реакторов. Иерархические уровни химического процесса в реакторах. Общий вид уравнений материального и теплового баланса для элементарного объёма реакционного потока за элементарный промежуток времени. Классификация химических реакторов и режимов их работы. Учет конвективного и диффузионного массопереноса в уравнении материального баланса элементарного объёма проточного реактора.	2
7	6	Математические модели реакторов с идеальной структурой потока (идеальное смешение и идеальное вытеснение) в изотермическом режиме	2
8	6	Сравнение эффективности проточных реакторов идеального вытеснения и идеального смешения для простых и сложных химических реакций. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения.	2
9	6	Модели реакторов с неидеальной структурой потока в изотермическом режиме: причины отклонения от идеальности; требования и общие подходы при разработке математических моделей реакторов с неидеальной структурой потоков; ячеечная и диффузионная модель.	2
10	7	Распределение времени пребывания элементов реакционного потока в проточных реакторах: интегральная и дифференциальная функции распределения, их свойства; экспериментальное изучение функций	2

		распределения различных процессов (получение кривых отклика). Теоретические функции распределения времени пребывания в реакторах с различными гидродинамическими режимами. Применение функций распределения времени пребывания при расчёте химических реакторов.	
11	8	Математические модели реакторов с идеальной структурой потока в неизотермическом режиме. Анализ возможного совместного решения уравнений теплового и материального балансов при проведении реакций первого порядка в адиабатическом реакторе. Математические модели адиабатического периодического реактора идеального смешения и реактора идеального вытеснения.	2
12	9	Тепловая устойчивость химических реакторов. Оптимальный температурный режим простых необратимых и обратимых реакций. Обеспечение оптимального температурного режима в промышленных реакторах.	2
13	10	Гетерогенные процессы: общие особенности гетерогенных процессов, описание диффузных стадий, области протекания гетерогенных процессов; кинетические модели для систем «газ-твёрдое» и «газ-жидкость». Гетерогенно-каталитические процессы: общие представления о катализе, технологические характеристики катализаторов, значение пористой и каталитической структуры, промотирование и отравление катализаторов; основные стадии и кинетические особенности гетерогенно-каталитических процессов.	2
14	11	Общие принципы разработки ХТП: сырьевые, энергетические и водные ресурсы химического производства.	2
15	12	Химическая переработка нефти	2
16	12	Производство минеральных удобрений.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	2	Расчёт технологических критериев эффективности химических процессов: степени превращения, селективности, выходов по продукту.	4
3,4,5	3	Определение расходных коэффициентов для различных видов сырья в химическом производстве. Составление таблиц материальных балансов химических процессов и расчёты по ним. Расчёты по уравнениям тепловых балансов. Контроль по разделам 2,3.	6
6	4	Расчёт термодинамических параметров реакций, констант равновесия, равновесного состава реакционной смеси.	2
7,8	4	Составление кинетических уравнений сложных реакций и расчёты по ним, определение энергии активации, константы скорости и порядка реакции по заданным экспериментальным данным. Анализ влияния различных факторов на скорость реакции и оптимальных способов изменения скоростей реакции для простых и сложных химических процессов. Контроль по разделу 4.	4
9,10,11	6	Расчёт геометрических параметров реактора, максимальной производительности, степени превращения исходных реагентов для реакций различных порядков, протекающих в периодическом и проточном режиме идеального смешения и идеального вытеснения.	6
12	6	Расчёт геометрических параметров реактора, максимальной производительности, степени превращения исходных реагентов для реакций различных порядков, протекающих в периодическом и проточном режиме идеального смешения и идеального вытеснения.	2
13	7	Построение функций распределения по экспериментальным данным и определение средней концентрации и степени превращения на выходе из	2

		проточного реактора.	
14,15	8	Расчёт геометрических и технологических параметров адиабатических и переходных реакторов в условиях идеального режима смешения и вытеснения. Контроль по разделам 5-7.	4
16	9	Расчет экзотермических процессов в адиабатическом режиме и анализ термической устойчивости в стационарном состоянии.	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 в практическим занятиям	ПУМД, осн. лит.: занятие 1,2 - [1], С.4-8; доп. лит. : занятие 3, 4, 5 - [1], С.7-28; занятие 6 - [1], С.29-43; занятие 7, 8 - [1], .73-87; занятие 9, 10, 11, 12, 13 - [1], С. 88-104; занятие 14 - доп. лит. [1], С.40-48; занятие 15, 16, 17 - доп. лит. [1], С.101-114; занятие 18 - доп. лит. [1], С.117-151; занятие 19 - доп. лит. [2], С. 396-410; занятие 20 - доп. лит. [2], С.212-134; доп. лит. [1], С.17-26.	6	18
Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	ПУМД, основн. лит. [2]: вопрос 1(С.10–15), вопрос 4 (С.18–22), вопрос 52 (С.25–32), вопрос 58 (С.341-351), вопрос 59 (С.379-421). ЭУМД основн. лит. [1]: вопрос 5(С.15–20), вопрос 6 (С.20–29), вопрос 7(С.29–41). ЭУМД основн. лит. [2]: вопрос 53(С.23–28), вопрос 54 (С.8–17), вопрос 55(С.58–65), вопрос 56(С.65-73), вопрос 57(С.88–103)	6	18
Подготовка к контрольной работе	ПУМД, осн. лит. [1], С.4-19, 25-59; [2]С. 22-25, 51-72.	6	6
Подготовка к тестированию	ПУМД: осн. лит. [2]С. 7-22. ЭУМД: осн. лит. [1]С. 6-43	6	3,5
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит. [1] разделы 1-10; ПУМД, осн. лит. [2] глава 2, раздел2.2; глава3; глава 4, разделы 4.1-4.10; ЭУМД, осн. лит. [1], разделы 1-6.	6	24

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	6	Текущий контроль	тестирование 1	0,2	20	Тестирование проводится письменно на практическом занятии. Время выполнения тестовой работы - 20 минут. Студентам выдаются протоколы с вопросами (20 вопросов) и вариантами ответов на каждый вопрос. За каждый правильный выбор вариантов ответа на вопрос выставляется 1 балл. На протоколах студенты указывают дату, группу, ФИО и варианты ответов, которые они считают верными.	экзамен
2	6	Текущий контроль	тестирование 2	0,2	20	Тестирование проводится письменно на практическом занятии. Время выполнения тестовой работы - 20 минут. Студентам выдаются протоколы с вопросами (20 вопросов) и вариантами ответов на каждый вопрос. За каждый правильный выбор вариантов ответа на вопросы выставляется 1 балл. На протоколах студенты указывают дату, группу, ФИО и варианты ответов, которые они считают верными.	экзамен
3	6	Текущий контроль	контрольная работа 1	0,4	10	Контрольная работа проводится письменно на практическом занятии. Время выполнения работы - 45 минут. Контрольная работа выполняется письменно по билетам. Каждый билет содержит две задачи. Максимальный балл за одну задачу - 5 баллов. 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.	экзамен
4	6	Текущий контроль	контрольная работа 2	0,4	10	Контрольная работа проводится письменно на практическом занятии. Время выполнения работы - 45 минут. Контрольная работа выполняется письменно по билетам. Каждый билет содержит две задачи. Максимальный балл за одну задачу - 5 баллов. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения,	экзамен

						законы, математические модели и т.п.) - 0,5 баллов, не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный - 1 балл, неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при невыполнении этого требования - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неверный расчет - 0 баллов.	
5	6	Промежуточная аттестация	экзамен	-	15	Оценка за экзамен складывается из оценки за теоретический вопрос и оценок за две задачи. Оценка за теоретический вопрос включает следующие компоненты: 1) правильный ответ в полном объеме по существу вопроса - 3 балла; частично правильный ответ по существу вопроса - 2 балла, правильный, но не полный ответ по существу вопроса - 2 балла; ответ, содержащий правильную информацию, но в большей мере не по существу вопроса - 1 балл; неправильный ответ или ответ не по существу вопроса - 0 баллов; 2) научный стиль изложения теоретического материала, грамотная речь при полном правильном ответе - 2 балла; ненаучный стиль изложения или наличие грамматических ошибок при полном правильном ответе - 1 балл, ненаучный стиль изложения и наличие грубых грамматических ошибок при полном правильном ответе - 0 баллов. Таким образом, максимальная оценка за теоретический вопрос составляет 5 баллов. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонент: 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 - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при невыполнении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неверный расчет - 0 баллов. Максимальная оценка за одну задачу билета составляет 5 баллов. Таким образом, максимальная оценка за две задачи 10 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Экзамен является обязательным мероприятием. Студенты получают экзаменационные билеты, включающие две задачи и один теоретический вопрос, и в течение полутора часов выполняют экзаменационную 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.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ОПК-4	Знает: теоретические основы построения и расчёта математических моделей химических реакторов	+				+
ОПК-4	Умеет: используя математические модели реакторов, выполнять расчёты основных параметров химического процесса, анализировать причины отклонений заданных параметров в реакторе и формулировать рекомендации по поддержанию параметров техпроцесса в необходимых пределах				++	
ПК-4	Знает: основные химико-технологические критерии эффективности химического производства, виды расходных коэффициентов	+				+
ПК-4	Умеет: определять расходные коэффициенты, степени превращения, выходы продуктов, селективности, конечный и равновесный состав продуктов химического процесса			+		+
ПК-4	Имеет практический опыт: составления материального и теплового баланса химического процесса			+		+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Варламова, Т. В. Общая химическая технология [Текст] текст лекций Т. В. Варламова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Хим. технология ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 123, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Общая химическая технология [Текст] Ч. 1 Теоретические основы химической технологии учебник для хим.-технол. специальностей вузов : в 2 т. И. П. Мухленов и др.; под ред. И. П. Мухленова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Альянс, 2019. - 254, [2] с. ил.
2. Общая химическая технология [Текст] Ч. 2 Важнейшие химические производства учебник для хим.-технол. специальностей вузов : в 2

т. И. П. Мухленов и др.; под ред. И. П. Мухленова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Альянс, 2018. - 260, [2] с. ил.

3. Расчеты химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов А. Ф. Туболкин, Е. С. Тумаркина, Э. Я. Тарат и др.; под ред. И. П. Мухленова. - 3-е изд. - Киев: Интеграл, 2007. - 243, [1] с. ил.

4. Бесков, В. С. Общая химическая технология Учеб. для вузов по химико-технол. направлениям подгот. бакалавров и дипломир. специалистов В. С. Бесков. - М.: Академкнига, 2006. - 452 с.

5. 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. Химическая технология
2. Известия высших учебных заведений. Серия химия и химическая технология
3. Реферативный журнал ВИНТИ. Общие вопросы химической технологии. 19И

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Вопросы для подготовки к экзамену
2. Вопросы для самостоятельного изучения курса и подготовки к текущему контролю (с указанием источников)
3. Методические указания для самостоятельного решения задач

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Вопросы для подготовки к экзамену
2. Вопросы для самостоятельного изучения курса и подготовки к текущему контролю (с указанием источников)
3. Методические указания для самостоятельного решения задач

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов / Под ред. : Х.Э. Харлампиди: Учебник. - 2-ое изд. перераб. - СПб.: Издательство "Лань", 2013 - 448с. https://e.lanbook.com/book/169385
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем. Учебник: / Под ред. Х. Э. Харлампиди. - 2-ое изд., перераб. - СПб.: Издательство "Лань", 2014. - 384с. https://e.lanbook.com/book/45973

3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Егорова, Л.А. Лабораторный практикум по общей химической технологии. Учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] / Л.А. Егорова, Л.Н. Мишенина, С.А. Галанов. — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2013. — 44 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/44994 — Загл. с экрана.
---	---------------------------	---	--

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

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 для проведения лекций: компьютер, проектор.