

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.01

(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая химическая технология

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)

Химическая технология органических и неорганических веществ

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 28 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	6	7	8	Итого
Форма контроля	зачет	зачет с оц.	экзамен	экзамен	
Вид занятий					
Лекции	32	16	32	32	112
Лабораторные	64	40	32	32	168
Практические	32	32	16	32	112
Руководство: курсовые работы (проекты)				1	1
Промежуточная аттестация	0,25	0,25	0,35	0,35	1,2
Контактная работа	128,25	88,25	80,35	97,35	394,2
Самостоятельная работа	231,75	91,75	64	155	542,5
Контроль	-	-	35,65	35,65	71,3
Итого	360	180	180	288	1008

Рабочую программу составил:

Доцент, доцент, канд. тех. наук. Капустин П.П.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Доцент, к.б.н. Гребенкина Т.М.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Доцент, доцент, к.п.н., Кравцова М.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Доцент, Чариков Ю.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2026 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «22» сентября 2021 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение теоретических закономерностей основных процессов химической технологии, знакомство с теорией химических реакторов и общими принципами разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Проблемы устойчивого развития», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Общая химическая технология 1».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Общая химическая технология 3», «Общая химическая технология 4», «Коллоидная химия», «Химия и физика высокомолекулярных соединений», «Химия и технология неорганических веществ», «Технология производства капролактама и полиамида», «Технология производства синтетического каучука», «Технология переработки и утилизация отходов», «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии».

3. Планируемые результаты обучения

3.1 Планируемые результаты обучения дисциплины «Общая химическая технология»

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1. Способен осуществлять химико-технологический процесс в соответствии с заданными технологическими параметрами и использовать технические средства для контроля основных параметров химико-технологического процесса	ПК-1.1. Проводит контроль качества сырья, промежуточных и готовых продуктов химико-технологического процесса на соответствие технологическим требованиям	Знать: теоретические основы аналитической химии, принципы строения вещества и протекания химических процессов
		Уметь: применять знания основ аналитической химии при выполнении практических задач
		Владеть: способностью использовать принципы строения вещества и протекания химико-технологических процессов при решении профессиональных задач
	ПК-1.2. Проводит технологические операции на различных этапах получения продукции	Знать: теоретические основы оценки технологического процесса
		Уметь: применять знания оценки технологического процесса при выполнении практических задач
		Владеть: способностью принять техническое решение на различных этапах получения продукции при постановке профессиональных задач
	ПК-1.3. Контролирует соблюдение технологической	Знать: методы совершенствования технологических процессов
		Уметь: успешно и систематически

	дисциплины, принимает корректирующие меры в случае выявления отклонения параметров от технологических требований	совершенствовать технологический процесс. Владеть: способностью использовать принципы строения вещества и протекания химических процессов при решении профессиональных задач
ПК-3 Способен использовать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт для оптимизации проведения химико-технологического процесса	ПК-3.3. Оптимизирует условия проведения отдельных стадий химико-технологического процесса с целью повышения эффективности производства	Знать: принципы выявления лимитирующих стадий химико-технологического процесса.
		Уметь: определять критерии оптимизации химико-технологического процесса
		Владеть: навыками использования информационно-библиотечных систем
ПК-4 Способен разрабатывать, реализовывать и управлять процессами в области технологии органических и неорганических веществ с применением соответствующего инструментария, цифровых технологий, а также методов моделирования	ПК 4.5. Разрабатывает конструкцию основных машин и аппаратов химико-технологических схем с использованием цифровых технологий и методов моделирования	Знать: основы проектирования машин и аппаратов химической технологии, методы моделирования.
		Уметь: применять расчетные методики для определения основных параметров оборудования
		Владеть: навыками составления математических моделей аппаратов и работы в современных программных продуктах
	ПК-4.6. Использует методы математического моделирования для оптимизации технологических процессов	Знать: - методы разработки математических моделей процессов в различных типах аппаратах; методы математического моделирования, оптимизации и проектирования процессов химической технологии и биотехнологии; - основные модели структуры потоков, теплообменных и массообменных процессов, методы идентификации параметров модели и методы установления адекватности модели
		Уметь: - разрабатывать математические модели процессов на основе структурного анализа и синтеза с использованием блочного подхода к описанию сложных процессов; производить проверку адекватности математических моделей;

		<p>- осуществлять идентификацию параметров математической модели, моделирование и проектирование процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</p> <p>Владеть:</p> <p>- методами математического моделирования процессов на основе структурного анализа и синтеза с использованием блочного подхода к описанию сложных процессов;</p> <p>- методами определения физико-химических и теплофизических свойств для расчета и выбора основного и вспомогательного технологического оборудования в области химической технологии.</p>
ПК-6 Способность планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов	ПК-6.5 Способен обеспечивать бесперебойное функционирование химико-технологических процессов	<p>Знать: область применения основных машин и аппаратов химической технологии, особенности их эксплуатации и обеспечения непрерывной работы</p> <p>Уметь: производить расчёты механических характеристик машин и аппаратов химической промышленности</p> <p>Владеть: методиками прочностных расчётов и навыками подбора оборудования</p>

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура и содержание дисциплины «Общая химическая технология 1»

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Общие сведения о химической технологии. Химико- технологическая система.	Лек 1	Физико-химические закономерности в химической технологии	5	2	-	-	
	Пр 1	Решение задач по химическим уравнениям. Расчеты с применением газовых законов	5	2	4	-	Отчет по практическому занятию № 1
	Лаб 1	Определение плотности растворителей	5	8	4	-	Отчет по лабораторной работе № 1
	Лаб 2	Определение степени влагопоглощения адсорбента	5	8	4	-	Отчет по лабораторной работе № 2
	Лек 2	Химическое производство и химико-технологический процесс, структура, состав и компоненты химического производства (сырьевая и энергетическая база химической промышленности)	5	2	-	-	
	Пр 2	Состав исходных и реакционных смесей	5	2	4	-	Отчет по практическому занятию № 2
	Пр 3	Анализ изменения расходных коэффициентов по	5	6	4	-	Отчет по практическому занятию № 3

	сырью на основании расчета материального баланса реактора					
Пр 4	Особенности составления материальных балансов для необратимых реакция	5	2	8	-	Отчет по практическому занятию № 4
Пр 5	Особенности составления материальных балансов для обратимых реакций	5	2	4	-	Отчет по практическому занятию № 5
Лек 3	Схемы производства. операционная и технологическая схемы производства, открытая и циркуляционная схемы. Условные обозначения аппаратов и машин	5	2	-	-	
Пр 6	Методика расчета тепловых балансов	5	2	8	-	Отчет по практическому занятию № 6
Лек 4	Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов	5	2	-	-	
Пр 7	Основные технологические показатели химико-технологических процессов	5	2	4	-	Отчет по практическому занятию № 7

Пр 8	Исследование влияния управляющих параметров на изменение равновесного состава реакционной смеси	5	2	4	-	Отчет по практическому занятию № 8
Лек 5	Исследование равновесия «двухкомпонентный раствор – пар» для полностью смешивающихся жидкостей, не образующих азеотропных смесей	5	8	4	-	Отчет по лабораторной работе № 3
Пр 9	Исследование влияния управляющих параметров на наблюдаемую скорость ХТП	5	2	4	-	Отчет по практическому занятию № 9
Лаб 3	Исследование равновесия «раствор – пар» полностью смешивающихся жидкостей, образующих азеотропные смеси	5	8	4	-	Отчет по лабораторной работе № 4
Лек 6	Системный уровень метод анализа химико-технологических процессов	5	2	-	-	
Пр 10	Анализ энергозатрат для реакторов с различным	5	2	4	-	Отчет по практической работе № 10

	температурным режимом					
Пр 11	Расчет исходных коэффициентов	5	4	4	-	Отчет по практическому занятию № 11
Лек 7	Перспективы развития химической технологии как науки. Развитие новых поколений высокоэффективных химико-технологических процессов, включая каталитические, электрохимические, фотохимические, мембранные	5	10	-	-	
Лек 8	Процессы гидролиза, гидратации, этерификации	5	2	-	-	
Лаб 4	Гидролиз карбоната натрия	5	8	4	-	Отчет по лабораторной работе № 5
Лаб 5	Определение энтальпии гидратации (теплоты гидратации) вещества	5	8	-	-	Отчет по лабораторной работе № 6
Пр 12	Решение задач по химической термодинамике и термохимии	5	2	4	-	Отчет по практическому занятию № 12
Лаб 6	Процессы сернокислотной гидратацией олефинов	5	8	4	-	Отчет по лабораторной работе № 7
Лек 9	Процессы переработки нефтяного сырья	5	2	-	-	
Пр 13	Определение	5	2	4	-	Отчет по практическому

	физических свойств нефтепродуктов					занятию № 13
Лаб 7	Получение синтетических жирных кислот окислением нормальных парафиновых углеводородов	5	8	2	-	Отчет по лабораторной работе № 8
Лаб 8	Защита лабораторных работ	5	8	2	-	Защита лабораторных работ
Пр 14	Контрольная работа «Решение материальных и энергетических балансов»	5	6	2	-	Отчет по практическому занятию № 14
Ср	Изучение теоретического материала. Подготовка отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	5	231,75	-	-	
Псщ	Посещаемость	5	-	10		
ПА		5	0.25		-	Зачет
ТИ	Итоговый тест по курсу через ЦТ	6	2	100	-	Итоговый тест
Итого:			360	200		

Схема расчета итогового балла $\langle (Сумма + T_{cp})/2 \rangle$ - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + среднее арифметическое по всем промежуточным тестам, проводимым через ОТ.

4.2 Структура и содержание дисциплины «Общая химическая технология 2»

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Химическая кинетика Модуль 2. Катализ	Лек1	Феноменологическая кинетика: основные понятия и определения; кинетика односторонних реакций.	6	2	-	-	-
	Лек2	Методы определения порядка реакции; зависимость скорости реакции от температуры	6	2	-	-	-
	Лек3	Кинетика сложных реакций: обратимые, последовательные, параллельные реакции; принцип квазистационарных концентраций.	6	2		-	
	Пр1	Кинетика односторонних реакций разных порядков. Способы определения порядка реакции из опытных данных. Зависимость скорости реакции от температуры. Решение задач.	6	4	5	-	Отчет по практическому занятию

	Лаб1	Изучение реакции этерификации этанола муравьиной кислотой/ Исследование реакции омыления этил(метил)ацетата	6	8	10	-	Отчет по лабораторной работе
	Лек4	Теории химической кинетики: молекулярно-кинетическая теория газов, теория активных столкновений, теория активированного комплекса.	6	2	-	-	
	Пр2	Сложные реакции. Обратимые реакции. Определение констант скоростей прямой и обратной реакций. Последовательные реакции. Определение констант скоростей последовательно протекающих реакций. Решение задач	6	4	5	-	Отчет по практическому занятию
	Лаб2	Изучение газофазной реакции разложения	6	8	10	-	Отчет по лабораторной работе

	пероксида дитретичного бутила					
Лек5	Фотохимия. Физические и химические фотопроцессы. Цепные реакции. Основной закон и квантовый выход.	6	2	-	-	
Пр3	Сложные реакции. Параллельные реакции. Определение констант скоростей параллельных реакций. Решение задач	6	4	5	-	Отчет по практическому занятию
Лаб3	Изучение жидкофазной реакции триэтиламина с йодистым метилом при одинаковых исходных концентрациях	6	8	10	-	Отчёт по лабораторной работе
Лек6	Основные положения теории катализа. Теория промежуточных соединений в катализе. Автокатализ.	6	2	-		
Пр4	Вывод кинетического	6	4	5	-	Отчет по практическому занятию

	уравнения по предлагаемому механизму реакций. Решение задач.					
Лаб4	Изучение реакций разложения муравьиной кислоты при разных температурах	6	8	10	-	Отчёт по лабораторной работе
Лек7	Ферментативный катализ Активность ферментов. Ингибирование ферментативных реакций. кислот и оснований. Солевые эффекты в катализе.	6	2	-	-	
Пр5	Предложите механизм реакции по представленному кинетическому уравнению	6	4	5	-	Отчет по практическому занятию
Лаб5	Изучение реакции кислотного катализа на примере первичного амина и ацетона	6	8	10	-	Отчет по лабораторной работе
Лек8	Гетерогенный катализ: физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбционная	6	2	-	-	

	теория Лэнгмюра.					
Пр 6	Выведите кинетическое уравнение для цепных реакций по известному механизму. Решение задач	6	4	5	-	Отчет по практическому занятию
Пр 7	Расчет квантового выхода в фотохимических реакциях. Решение задач.	6	4	5	-	Отчет по практическому занятию
Пр8	Расчет абсорбции газа на поверхности твердого тела согласно уравнению Лэнгмюра. Решение задач	6	4	5		Отчет по практическому занятию
СР	Изучение теоретического материала. Подготовка отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	6	130	-	-	
ПА	Промежуточная аттестация	6	0,35			Вопросы к экзамену №1-№50
К	Подготовка к зачету с оц.	6	35,65			Вопросы к зачету с оц. Отчеты по всем

						лабораторным работам. Отчеты по всем практическим занятиям
	Псщ	Посещаемость занятий	6	-	10	
	ТИ	Итоговый тест по курсу через ОТ	6	2	100	- Зачет с оц.
Итого:			180	200		

Схема расчета итогового балла $\langle (Сумма + T_{cp})/2 \rangle$ - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + среднее арифметическое по всем промежуточным тестам, проводимым через ОТ.

4.3 Структура и содержание дисциплины «Общая химическая технология 3»

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Моделирование химико-технологических процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Лек № 1	Общие принципы моделирования. Классификации моделей. Методология построения математических моделей ХТП	7	16	-	-	
	Лаб № 1	Статические модели многокомпонентные регрессии	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 1
	Лаб № 2	Построение эмпирических моделей	7	4	-	-	Отчет по лабораторной работе № 2
	Лек № 2	Математические модели ХТП (гидродинамика, тепловые, кинетические модели)	7	8	-	-	
	Лаб № 3	Математическое описание гидродинамической структуры потоков	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 3
	Пр № 1	Решение задач по уравнениям Бернулли	7	4	-	-	Отчет по практическому занятию № 1
	Пр № 2	Режимы движения жидкости и гидравлические сопротивления	7	4	-	-	Отчет по практическому занятию № 2
	Лаб № 4	Моделирование динамики теплообменного аппарата	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 4

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб № 5	Моделирование процесса абсорбции аммиака водой из газообразной смеси	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 5
	Лаб № 6	Расчет аппарата однократного испарения (расчет доли отгона многокомпонентной смеси)	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 6
	Лаб № 7	Математическое моделирование кинетики химических реакций (гомогенные и гетерогенные реакции)	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 7
	Лаб № 8	Равновесие двухкомпонентной системы	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 8
	Лаб № 9	Изучение кинетики конвективной сушки капиллярно-пористых материалов	7	4	-	-	Отчет по лабораторной работе № 9
	Пр № 3	Массопередача в экстракционных аппаратах	7	4	-	-	Отчет по практическому занятию № 3
	Лек № 3	Моделирование ХТП и реакторов	7	8	-	-	
	Лаб № 10	Моделирование процесса регулирования температуры в химическом реакторе	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 10
	Лаб № 11	Моделирование процесса управления ректификационной колонной	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 11

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр № 4	Расчет ректификационной колонны К-1	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 4
	Лаб № 12	Изучение процесса ректификации бинарной смеси	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 12
	Лаб № 13	Изучение адсорбции в аппарате с неподвижным слоем зернистого адсорбента	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 13
	Пр № 5	Расчет адсорбционной установки с псевдооживленным слоем адсорбера	7	2	-	-	Отчет по практическому занятию № 5
	Лаб № 14	Изучение процесса периодической ректификации бинарной смеси жидкостей	7	2	-	-	Отчет по лабораторной работе № 14
	Ср	Изучение теоретического материала. Подготовка отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	7	11.75	-	-	
	Контроль	Подготовка к экзамену		35,65			
	ПА	Экзамен	7	0.35	-	-	Экзамен
Итого:				108	-		

4.4 Структура и содержание дисциплины «Общая химическая технология 4»

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1.	Лек1	Основные элементы химико-технологических установок. Машины и аппараты химических производств.	8	2	-	-	
	Лек2	Материалы применяемые для конструирования элементов технологического оборудования	8	2	-	-	
	Лаб1	Подбор материала изготовления аппарата в зависимости от условий его эксплуатации	8	4	-	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Прак1	Анализ химико-технологических схем	8	4	-	-	Отчет по практическому занятию №1
	Ср1	Изучение теоретического материала по темам лекций 1, 2. Выполнение расчетов.	8	19	-	-	
	Лек3	Конструкционные элементы машин и аппаратов химической	8		-	-	

		промышленности.					
	Лек4	Применение электроэнергии в химической технологии.	8		-	-	
	Лаб2	Защита оборудования от условий внешней среды. Подбор класса пыле-, влаго-, взрывозащиты оборудования	8	4	-	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Прак2	Расчет и подбор редуктора аппарата с мешалкой	8	4	-	-	Отчет по практическому занятию №2
	Ср2	Изучение теоретического материала по темам лекций 3, 4. Выполнение расчетов..	8	19	-	-	
	Лек5	Принципы измерения параметров химико- технологических процессов.	8	2	-	-	

	Лек6	Технологические трубопроводы. Классификация и категорирование. Элементы трубопроводных систем.	8	2	-	-	
	Лаб3	Расстановка приборов измерения технологических параметров на технологической схеме	8	4	-	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Прак3	Подбор диаметра, гидравлический расчет и прочностной расчет трубопровода	8	4	-	-	Отчет по практическому занятию №3
	Ср3	Изучение теоретического материала по темам лекций 5, 6. Выполнение расчетов.	8	19	-	-	
	Лек7	Транспортировка газов. Компрессоры. Воздуходувки. Вентиляторы.	8	2	-	-	
	Лек8	Транспортировка жидкостей. Насосное оборудование	8	2	-	-	
	Лаб4	Определение кавитационного запаса системы	8	4	-	-	Отчет по лабораторной работе №4
	Прак4	Расчет различных режимов сжатия газовых смесей.	8	4	-	-	Отчет по практическому занятию №4

		Определение требуемой мощности привода компрессора.					
	Ср4	Изучение теоретического материала по темам лекций 7, 8. Выполнение расчетов.	8	19	-	-	
	Лек9	Обращение с твердыми материалами. Дробление, классификация, транспортировка.	8	2	-	-	
	Лек10	Аппаратурное оформление теплообменных процессов. Устройство, особенности конструкции, принципы расчета.	8	2	-	-	
	Лаб5	Расчет теплообменных аппаратов	8	4	-	-	Отчет по лабораторной работе №5
	Прак5	Расчет дробилки	8	4	-	-	Отчет по практическому занятию №5
	Ср5	Изучение теоретического материала по темам лекций 9, 10. Выполнение расчетов.	8	20	-	-	
	Лек11	Аппаратурное оформление массообменных	8	2	-	-	

		процессов. Устройство, особенности конструкции, принципы расчета					
	Лек12	Химические реакторы для гомогенных процессов. Устройство, особенности конструкции, принципы расчета.	8	2	-	-	
	Лаб6	Расчет абсорбера	8	4	-	-	Отчет по лабораторной работе №6
	Прак6	Расчет емкостного реактора	8	4	-	-	Отчет по практическому занятию №6
	Ср6	Изучение теоретического материала по темам лекций 11, 12. Выполнение расчетов.	8	20	-	-	
	Лек13	Печи в химической промышленности	8	2	-	-	
	Лек14	Химические реакторы для гетерогенных процессов. Устройство, особенности конструкции, принципы расчета	8	2	-	-	
	Лаб7	Расчет трубчатого изотермического реактора	8	4	-	-	Отчет по лабораторной работе №7

	Прак7	Расчет шахтного реактора	8	4	-	-	Отчет по практическому занятию №7
	Ср7	Изучение теоретического материала по темам лекций 13, 14. Выполнение расчетов.	8	20	-	-	
	Лек15	Оборудование для хранения сырья и материалов. Организация складского хозяйства химических предприятий.	8	2	-	-	
	Лек16	Технологии монтажа технологического оборудования.	8	2	-	-	
	Лаб8	Составление спецификаций по монтажным чертежам	8	4	-	-	Отчет по лабораторной работе №8
	Прак8	Прочностной расчет емкостного аппарата	8	4	-	-	Отчет по практическому занятию №8
	Ср8	Изучение теоретического материала по темам лекций 15, 16. Выполнение расчетов.	8	20	-	-	
	Контроль	Подготовка к экзамену	8	35.65	-	-	Вопросы к экзамену №1-№50
	ПА	Экзамен	8	0.35	-	-	Экзамен
Итого				288			

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа. На лекциях используются наглядные и словесные методы обучения, на практических и лабораторных занятиях – наглядные, словесные и практические методы. Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала дисциплины с использованием лекционного курса, Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

6. Методические указания по освоению дисциплины

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по дисциплине «Общая химическая технология», используя лекционный материал и материал библиотечного фонда по данной тематике;
- акцентировать внимание на изучении химико-технологических процессов; основных технологических показателей, моделей реакторов различного типа, основных промышленных процессов.

Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы:

1. Изучение теоретического материала по изучаемой теме, изложенного в учебно-методическом пособии.

2. Вопросы для самостоятельной работы студентов

- общая технологическая структура химического производства;
- основные показатели эффективности химического производства;
- классификация химических производств;
- закономерности гомогенных и гетерогенных реакций;
- основные стадии каталитических реакций;
- основные характеристики реакторов идеального смешения;
- основные характеристики реакторов идеального вытеснения;
- классификация реакторов по температурному режиму;
- способы теплообмена в химическом реакторе;
- способы повышения массообмена в реакторах для процессов между реагентами, находящимися в разных фазах;
- характеристики катализаторов каталитических стадий производства аммиака: парового риформинга метана, конверсии оксида углерода, синтеза аммиака;
- основные технологические параметры стадии синтеза аммиака;
- стадии производства серной и азотной кислот.

3. Подготовка к аудиторным занятиям (практическим и лабораторным работам и промежуточной аттестации).

4. Самостоятельное прочтение, просмотр, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала.

5. Подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, подбор литературы по дисциплинарным проблемам.

6. Практические занятия включают в себя решение прикладных, расчетных и ситуационных задач, обсуждение результатов деятельности.

7. Подготовка отчетов по практическим занятиям:

7.1. Предоставление отчета в электронном виде с названием файла в соответствии с вариантом и требованиями к содержанию отчета.

7.2. При сдаче отчета студент должен ответить на вопросы преподавателя по теме практической работе в устной форме, используя отчет по практической работе.

7.3. Форма отчета по лабораторной работе

Название лабораторного занятия и вариант

Цель и задачи

Теоретическая часть

Реактивы, материалы, оборудование, посуда

Ход работы

Результаты и выводы по работе

Ответы на контрольные вопросы

7.4 Форма отчета по практическому занятию

Название практического занятия и вариант

Цель и задачи

Теоретическая часть

Ход работы (расчеты)

Результаты и выводы по работе

Ответы на контрольные вопросы

Темы письменных работ

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-1	Отчеты по лабораторным занятиям № 1-9. Отчеты по практическим занятиям № 1-14. Вопросы к зачету 1-52. Тестовые задания № 1-500.
6	ПК-1	Отчеты по лабораторным занятиям № 1-5. Отчеты по практическим занятиям № 1-8. Вопросы к зачету с оц. 1-50. Тестовые задания № 1-500.
7	ПК-4	Отчеты по лабораторным занятиям № 1-14. Отчеты по практическим занятиям № 1-5. Вопросы к зачету 1-54.
8	ПК-3; ПК-6	Отчеты по лабораторным занятиям №1-8. Отчеты по практическим занятиям № 1-8. Вопросы к экзамену 1-50.

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля дисциплины «Общая химическая технология»

7.2.1.1. Отчет по лабораторной работе (наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Лабораторная работа №1 «Определение плотности растворителей».

Цель работы: определить плотность различных растворителей с использованием пикнометра.

Определение плотности пикнометром является давним способом определения плотности, как жидкостей, так и твердых тел.

Пикнометр представляет собой стеклянный сосуд определённой формы и известным объёмом. Принцип действия пикнометра основан на взвешивании находящегося в нём вещества. Зная массу и объём пикнометра можно рассчитать плотность вещества по формуле $\rho = m / V$, где ρ — плотность, m – масса вещества (без массы пикнометра), V — объём пикнометра.

Процесс определения плотности пикнометром можно описать поэтапно:

1. Наполнение пикнометра веществом до определённой отметки;
2. Взвешивание наполненного пикнометра;
3. Математический расчёт плотности.

Главным недостатком данного метода измерения плотности является трудоемкость процесса и необходимость в высокоточных весах, для уменьшения погрешности. С другой стороны, данный метод очень прост и его возможно реализовать практически в любых, в том числе и бытовых, условиях.

Плотность измеряется массой тела в единице объема и выражается в $г/см^3$.

При измерении плотности иногда используют относительную плотность $\rho_{t_2}^{t_1}$, равную отношению массы тела при температуре t_1 к массе того же объема воды при температуре t_2 ; относительная плотность величина безразмерная, ее значение определяют обычно при 20°C и относят к плотности воды при 4° С. Так как масса 1 см³ воды при 4° С равна 1 г, то плотность, выраженная в г/см³, численно равна относительной плотности ρ_4^{20} .

Плотности растворителей, как правило, увеличиваются с увеличением молекулярного веса углеводородов и с переходом от парафинов к олефинам, нафтенам и углеводородам ароматического ряда.

Методика определения:

Определение относительной плотности при помощи пикнометра основано на измерении массы исследуемой фракции, помещенной в сосуд определенного объема (пикнометр) и отнесенной к массе воды, взятой в том же объеме и при той же температуре. Продукт и воду взвешивают на аналитических весах.

Взвешенный пикнометр при помощи пипетки наполняют дистиллированной водой. Жгутиком из фильтровальной бумаги удаляют избыток воды из горлышка пикнометра, закрывают его, вытирают снаружи и взвешивают.

Удаляют воду из пикнометра, высушивают его, заполняют нефтяной фракцией, вытирают досуха и взвешивают в третий раз.

«Водное число» пикнометра m определяют по формуле

$$m = m_2 - m_1$$

где m_2 — масса пикнометра с водой, определяемая взвешиванием, в г;

m_1 — масса пикнометра с воздухом, определяемая взвешиванием, в г.

Относительную плотность определяют по формуле

$$\rho_{20}^{20} = \frac{m_3 - m_1}{m}$$

где m_3 — масса пикнометра с исследуемой фракцией, определенная взвешиванием при 20 °С.

Полученная величина дает только приближенное значение относительной плотности и называется «видимой».

Для пересчета «видимой» плотности в плотность по отношению к воде при 4 °С служит формула

$$\rho_4^{20} = \rho_{20}^{20} * 0.99823$$

где 0,99823 — температурная поправка плотности воды (от 4° С к 20° С), численно равная плотности воды при 20° С (см. табл.).

Температурные поправки плотностей (по Худяковой, Чистович, Кусакову)

Пределы плотности	Температурные поправки на 1° С	Пределы плотности	Температурные поправки на 1° С
0,70-0,71	0,000897	0,85—0,86	0,000699
0,71-0,72	0,000884	0,86—0,87	0,000686
0,72-0,73	0,000870	0,87—0,88	0,000673
0,73-0,74	0,000857	0,88-0,89	0,000660
0,74-0,75	0,000844	0,89-0,90	0,000647
0,75-0,76	0,000831	0,90—0,91	0,000633
0,76-0,77	0,000818	0,91-0,92	0,000620
0,77-0,78	0,000805	0,92-0,93	0,000607
0,78-0,79	0,000792	0,93-0,94	0,000594
0,79-0,80	0,000778	0,94-0,95	0,000581

1 балл – студент выполнил работу менее чем на 50%, не ответил ни на один вопрос.

0 баллов – студент не выполнил работу.

7.2.2 Отчет по практическому занятию

(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Практическое занятие № 1 «Расчеты по химическим уравнениям. Расчеты с применением газовых законов».

Отчет должен содержать выполненные расчеты примерного содержания.

Условие задачи:

В баллоне находится 0,65 г кислорода при 14,5 °С. Определить концентрацию кислорода в кмоль/м³, если его давление 0,85 кН/м².

Расчет

1. Количество кмоль кислорода

32 кг – 1 кмоль O₂

0,65*10⁻³ кг – пкмоль O₂

$$n = \frac{0,65 * 10^{-3}}{32}; n = 0,02 * 10^{-3} \text{ кмоль}$$

2. Объем кислорода

$$PV = nRT; \quad V = \frac{nRT}{P}$$

$$T = 273 + 14,5 = 287,5 \text{ К}$$

$$R = 8,3 \text{ кДж/кмоль*град}$$

$$V = \frac{0,02 * 10^{-3} * 8,3 * 287,5}{0,85}; \quad V = 0,056 \text{ м}^3$$

3. Объем кислорода при нормальных условиях

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}; \quad V_1 = \frac{P_2 V_2 T_1}{T_2 P_1}$$

$$V_1 = \frac{0,85 * 0,056 * 273}{287,5 * 101,3}; \quad V_1 = 0,00045 \text{ м}^3$$

4. Концентрация кислорода в кмоль/м³

$$0,02 * 10^{-3} \text{ кмоль} - 0,00045 \text{ м}^3$$

пкмоль - 1 м³

$$n = \frac{0,02 * 10^{-3}}{0,00045}; \quad n = 0,044 \text{ кмоль/м}^3$$

Ответ: Концентрация кислорода 0,044 кмоль/м³

Условие задачи: В скруббере, орошаемом водой, входит 300 м³ в час газа (приведенного к нормальным условиям), состав которого: 50% H₂, 25% CO, 13% CO₂, 8% N₂ и 4% других газов. Манометрическое давление газа на выходе из скруббера 155 мм вод.ст.; давление барометрическое 101 кН/м²; температура 12⁰С. По выходе из скруббера газ имеет следующий состав: 56,2% H₂, 27,8% CO, 1,9% CO₂, 9,6% N₂ и 4,5% других газов. Определить: а) количество газа на выходе из скруббера; б) скорость его, если диаметр трубопровода 110 мм; в) концентрацию CO₂ в водном растворе, выходящем из скруббера, если в последний подается 8 м³/мин воды.

Решение:

1) Объем CO₂ в газе на входе в скруббер

$$300 \text{ м}^3 - 100\%$$

$$V_{\text{м}^3} - 13\%$$

$$V = 39 \text{ м}^3$$

2) Количество CO_2 , остающееся в газовой фазе на выходе

$$1,9 \cdot 3 = 5,7 \text{ м}^3$$

3) Количество CO_2 , поглощаемое водой

$$39 - 5,7 = 33,3 \text{ м}^3$$

4) Объем отходящего газа при нормальных условиях

$$300 - 33,3 = 266,7 \text{ м}^3$$

5) Объем отходящего газа при условиях выхода

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}; \quad V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1}.$$

$$T_2 = 273 + 12 = 285 \text{ К}$$

$$1 \text{ Па} = 0,1 \text{ мм вод.ст.}$$

$$155 \text{ мм вод.ст.} = 1,55 \text{ кН/м}^2$$

$$P_2 = 101 + 1,55 = 102,55 \text{ кН/м}^2$$

$$V_2 = \frac{101 \cdot 266,7 \cdot 285}{102,55 \cdot 273}; \quad V = 274 \text{ м}^3/\text{ч}$$

6) Свободное сечение трубопровода

$$S = \pi r^2$$

$$S = 3,14 \cdot (0,055)^2; \quad S = 0,0095 \text{ м}^2$$

7) Средняя скорость потока газа на выходе из скруббера

Среднюю скорость потока газа определяют, как объем его, проходящий через единицу поперечного сечения трубопровода в единицу времени.

$$\omega = V/S; \quad \omega = \frac{274}{0,0095} \text{ м/ч}$$

$$\omega = \frac{274}{3600 \cdot 0,0095} \text{ м/сек}; \quad \omega = 8 \text{ м/сек}$$

8) Количество поглощенного водой CO_2 в кмоль и в кг

$$22,4 \text{ м}^3 - 1 \text{ кмоль}$$

$$33,3 \text{ м}^3 - n$$

$$n = 1,49 \text{ кмоль/ч}$$

$$1 \text{ кмоль} - 44 \text{ кг}$$

$$1,49 - m$$

$$m = 65,41 \text{ кг/ч}$$

9) Поток орошаемой воды

$$8 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot 60 = 480 \text{ м}^3/\text{ч}$$

10) Концентрация CO_2 в водном растворе, выходящем из скруббера

$$65,41 \text{ кг} - 480 \text{ м}^3$$

$$C - 1 \text{ м}^3 \quad C = \frac{65,41}{480}; \quad C = 0,136 \text{ кг/м}^3$$

$$1,49 \text{ кмоль} - 480 \text{ м}^3$$

$$C - 1 \text{ м}^3 \quad C = \frac{1,49}{480}; \quad C = 0,0031 \text{ кмоль/м}^3.$$

. В скруббере, орошаемом водой, входит 300 м^3 в час газа (приведенного к нормальным условиям), состав которого: 50% H_2 , 25% CO , 13% CO_2 , 8% N_2 и 4% других газов.

Манометрическое давление газа на выходе из скруббера 155 мм вод.ст.; давление барометрическое 101 кН/м²; температура 12⁰С. По выходе из скруббера газ имеет следующий состав: 56,2% H_2 , 27,8% CO , 1,9% CO_2 , 9,6% N_2 и 4,5% других газов. Определить: а) количество газа на выходе из скруббера; б) скорость его, если диаметр трубопровода 110 мм; в)

концентрацию CO_2 в водном растворе, выходящем из скруббера, если в последний подается 8 $\text{м}^3/\text{мин}$ воды.

11) Объем CO_2 в газе на входе в скруббер

$$300 \text{ м}^3 - 100\%$$

$$V_{\text{м}^3} - 13\%$$

$$V = 39 \text{ м}^3$$

12) Количество CO_2 , остающееся в газовой фазе на выходе

$$1,9 \cdot 3 = 5,7 \text{ м}^3$$

13) Количество CO_2 , поглощаемое водой

$$39 - 5,7 = 33,3 \text{ м}^3$$

14) Объем отходящего газа при нормальных условиях

$$300 - 33,3 = 266,7 \text{ м}^3$$

15) Объем отходящего газа при условиях выхода

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}; \quad V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1}.$$

$$T_2 = 273 + 12 = 285 \text{ К}$$

$$1 \text{ Па} = 0,1 \text{ мм вод.ст.}$$

$$155 \text{ мм вод.ст.} = 1,55 \text{ кН/м}^2$$

$$P_2 = 101 + 1,55 = 102,55 \text{ кН/м}^2$$

$$V_2 = \frac{101 \cdot 266,7 \cdot 285}{102,55 \cdot 273}; \quad V = 274 \text{ м}^3/\text{ч}$$

16) Свободное сечение трубопровода

$$S = \pi r^2$$

$$S = 3,14 \cdot (0,055)^2; \quad S = 0,0095 \text{ м}^2$$

17) Средняя скорость потока газа на выходе из скруббера

Среднюю скорость потока газа определяют, как объем его, проходящий через единицу поперечного сечения трубопровода в единицу времени.

$$\omega = V/S; \quad \omega = \frac{274}{0,0095} \text{ м/ч}$$

$$\omega = \frac{274}{3600 \cdot 0,0095} \text{ м/сек}; \quad \omega = 8 \text{ м/сек}$$

18) Количество поглощенного водой CO_2 в кмоль и в кг

$$22,4 \text{ м}^3 - 1 \text{ кмоль}$$

$$33,3 \text{ м}^3 - n$$

$$n = 1,49 \text{ кмоль/ч}$$

$$1 \text{ кмоль} - 44 \text{ кг}$$

$$1,49 - m$$

$$m = 65,41 \text{ кг/ч}$$

19) Поток орошаемой воды

$$8 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot 60 = 480 \text{ м}^3/\text{ч}$$

20) Концентрация CO_2 в водном растворе, выходящем из скруббера

$$65,41 \text{ кг} - 480 \text{ м}^3$$

$$C - 1 \text{ м}^3 \quad C = \frac{65,41}{480}; \quad C = 0,136 \text{ кг/м}^3$$

$$1,49 \text{ кмоль} - 480 \text{ м}^3$$

$$C - 1 \text{ м}^3 \quad C = \frac{1,49}{480}; \quad C = 0,0031 \text{ кмоль/м}^3.$$

Контрольные вопросы

1. Назовите газовые законы.

2. Что такое изохорный процесс? Зарисуйте график зависимости.
3. Что такое изобарный процесс? Зарисуйте график зависимости.
4. Применение газовых законов в жизни.

Критерии оценки:

- 4 балла – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все вопросы.
- 3 балла – студент выполнил работу с ошибками. Ответил на все вопросы.
- 2 балла – студент выполнил работу. Допустил более 2 ошибок. Ответил только на один вопрос.
- 1 балл – студент выполнил работу менее чем на 50%, не ответил ни на один вопрос.
- 0 баллов – студент не выполнил работу.

7.2.2.1. Отчет по лабораторной работе
(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Лабораторная работа: Изучение реакции этерификации этанола муравьиной кислотой/
Исследование реакции омыления этил(метил)ацетата

Цель работы: выполнить задачу с помощью стандартного набора лабораторного оснащения

Методика проведения

1. Провести расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы.
3. Выполнить экспериментальную часть по прописи.
4. Результаты экспериментальной части оформить в виде таблицы.
5. Подписать полученные результаты у преподавателя.
6. Выполнить вычисления. Применить математический статистический анализ.
7. Оформить отчет.

Критерии оценки:

- 10 баллов - студент выполнил лабораторную работу в полном объеме, ответил на все заданные вопросы;
- 5 баллов - студент выполнил лабораторную работу в полном объеме, не ответил на заданные вопросы;
- 2 балла – студент выполнил только экспериментальную часть лабораторной работы, не выполнив расчеты, и не ответил на заданные вопросы;
- 0 баллов – студент не выполнил лабораторную работу.

7.2.2.2. Отчет по практическому занятию
(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Практическое занятие: Кинетика односторонних реакций разных порядков. Способы определения порядка реакции из опытных данных. Зависимость скорости реакции от температуры. Решение задач.

1. Окисление в газовой фазе углеводорода RH приводит к образованию гидропероксида RO_2H . В опытах, проведенных при температуре $127^\circ C$ и постоянном

объеме, получены следующие значения для начальной скорости окисления % измеренные при анализе гидропероксида

P_0 (RH), торр	P_0 (O ₂), торр	$v_0 \cdot 10^8$, моль · л ⁻¹ · с ⁻¹
200	152	9,30
200	130	8,37
200	85	5,45
150	85	4,10
120	85	3,45

Найдите порядок реакции по каждому реагенту и рассчитайте константу скорости.

2. Изучают при температуре 50 °С и постоянной ионной силе кинетику реакции окисления $C_6H_{12}O_6 + 2V(V) = C_6H_{10}O_6 + 2V(IV) + 2H^+$

Задание:

а) определите порядок реакции по отношению к ванадию (V) на основании следующих данных (начальные концентрации: $[V(V)]_0 = 10^{-2}$ М и $[C_6H_{12}O_6]_0 = 0,3$ М):

$[V(V)]10^3$, М.....	8,50	7,29	6,12	5,20
t, с	10^3	$2 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$

б) вычислите кажущуюся константу скорости расщепления ванадия (V).

3. При изучении реакции между пиридином и йодистым этилом $C_5H_5N + C_2H_5I = C_7H_{10}N^+ + I^-$

для одинаковых концентраций двух реагентов ($C_0 = 0,1$ М) измерялась концентрация ионов I^- через определенные промежутки времени; эти данные приведены ниже:

t, с	235	465	720	1040	1440	1920	2370
$[I^-] \cdot 10^3$, М	15	26	35	44	52	59	64

Определите порядок реакции и вычислите значение константы скорости.

4. Определите константу скорости реакции при температуре 273 К, энергия активации которой равна 160 кДж · моль⁻¹. С какой допустимой погрешностью следует осуществить измерение температуры, чтобы получить значение константы скорости с точностью до 2% ?

5. При изучении реакции $C_2H_5I + OH^- \rightarrow C_2H_5OH + I^-$ были измерены времена полупревращения для различных концентраций реагентов C_0 при температуре 298 К:

C_0 , М	0,010	0,025	0,050	0,075	0,100
$t_{1/2}$, мин	1110	445	220	150	110

Задание:

а) покажите, что эти результаты отвечают кинетике второго порядка. Найдите значение константы скорости реакции при 298 К;

б) вычислите константу скорости реакции при температуре 60 °С и определите время полупревращения при этой температуре для начальной концентрации реагентов, равной 0,05 М, если известно значение энергии активации, $E_a = 89$ кДж · моль⁻¹.

Критерии оценки:

5 баллов – студент решил все задачи, без ошибок;

4 балла – студент решил задачи с незначительными ошибками;

3 балла – студент выполнил задания, допустив ошибки в двух заданиях;

2 балла – студент выполнил работу, допустив ошибки в трех заданиях;

1 балл – студент выполнил работу, допустив ошибки в четырех заданиях;

0 баллов – студент не выполнил работу. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.2.3.1. Отчет по лабораторной работе (наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Лабораторная работа: Подбор материала изготовления аппарата в зависимости от условий его эксплуатации

Цель работы: выполнить задачу с помощью стандартного набора лабораторного оснащения

Методика проведения

1. Провести анализ условий течения процесса.
2. Кратко описать ход работы.
3. Выполнить экспериментальную часть.
4. Результаты экспериментальной части оформить в виде таблицы.
5. Подписать полученные результаты у преподавателя.
6. Выбрать наиболее подходящий материал для осуществления процесса.
7. Оформить отчет.

Критерии оценки:

10 баллов - студент выполнил лабораторную работу в полном объеме, ответил на все заданные вопросы;

5 баллов - студент выполнил лабораторную работу в полном объеме, не ответил на заданные вопросы;

2 балла – студент выполнил только экспериментальную часть лабораторной работы, не выполнив расчеты, и не ответил на заданные вопросы;

0 баллов – студент не выполнил лабораторную работу.

7.2.3.2. Отчет по практическому занятию (наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

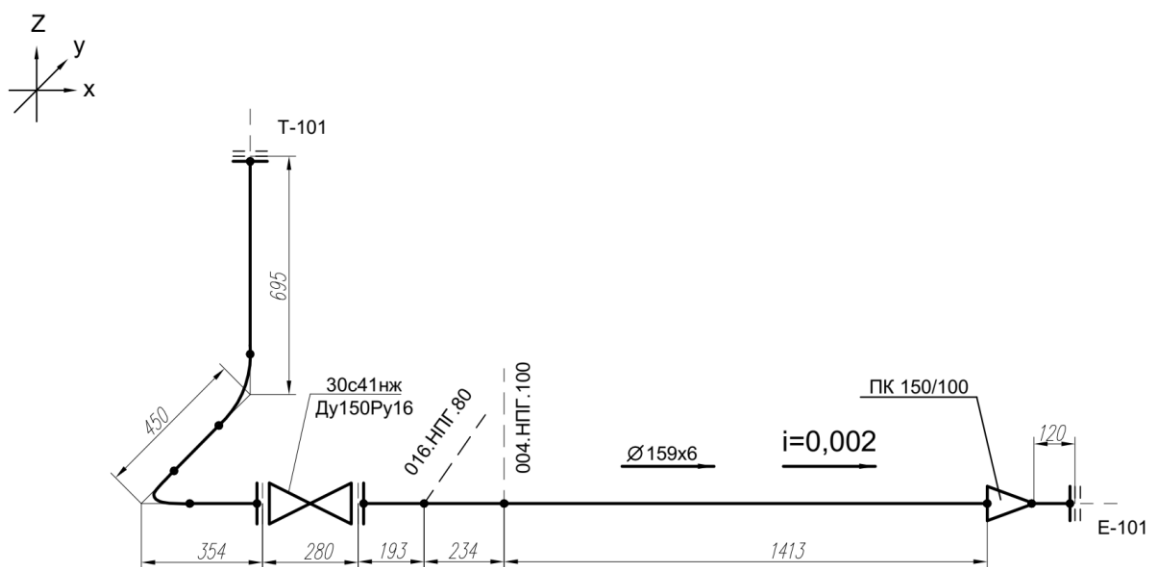
Практическое занятие: Подбор диаметра, гидравлический расчет и прочностной расчет трубопровода.

По трубопроводу протекает среда с массовым расходом G кг/ч. Подобрать диаметр трубопровода, при допустимых потерях напора не более 0,002 МПа. Условия выбираются согласно варианту. Количество и вид запорной арматуры, фасонных изделий и длину трубопровода взять из эскиза

Варианты	среда	давление, ати	температура, °С	G расход
1	вода	2	70	100
2	метан	16	100	1000
3	воздух	10	10	1500
4	азот	8	20	2000
5	вода	3	50	200
6	метан	12	40	500
7	воздух	14	60	700
8	азот	18	80	100
9	вода	4	100	300
10	метан	30	10	150

11	воздух	18	20	550
12	азот	19	30	480
13	вода	1,5	40	630
14	метан	11	50	1100
15	воздух	16	60	2000
16	азот	20	70	1800
17	вода	3,5	80	1000
18	метан	17	90	2300
19	воздух	23	100	300
20	азот	21	110	760

Пример изометрического эскиза трубопровода:



Критерии оценки:

- 5 баллов – студент выполнил расчет, без ошибок;
- 4 балла студент выполнил расчет с незначительными ошибками;
- 3 балла – студент выполнил расчет, допустив значительные ошибки в расчетах, но методика расчета выбрана верно;
- 0 баллов – студент не выполнил работу.

7.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации Семестр 5

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Химическая технология как наука.
2.	Химико-технологическая система, технологическая схема.
3.	Значение химической технологии и химического машиностроения.
4.	История развития химической технологии.
5.	Основные тенденции развития химической технологии и химической промышленности.
6.	Производительность аппаратов. Интенсивность работы аппаратов.
7.	Характеристика периодических и непрерывных процессов.
8.	Сырье химической промышленности. Классификация.
9.	Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов.
10.	Принципы обогащения сырья. Основные методы.
11.	Воздух как сырье. Другие области применения воздуха.
12.	Вода. Свойства. Природная вода. Жесткость воды.
13.	Промышленная водоподготовка.
14.	Области применения воды в химической промышленности. Требования к воде.
15.	Основные стадии технологического процесса. Лимитирующая стадия. Области протекания технологического процесса.
16.	Классификация процессов и аппаратов.
17.	Закон действия масс. Константа равновесия. Принцип Ле-Шателье. Равновесие в технологических процессах.
18.	Степень превращения. Избирательность. Выход продукта. Равновесный выход продукта.
19.	Скорость технологических процессов (гомогенных и гетерогенных). Коэффициент диффузии.
20.	Движущая сила технологического процесса.
21.	Абсорбция при прямотоке, противотоке и перекрестном токе.
22.	Способы повышения скорости технологического процесса. Влияние температуры. Уравнение Аррениуса и Вант-Гоффа.
23.	Влияние температуры на выход продукта обратимого экзотермического процесса. Экономически рациональная температура.
24.	Основные способы создания хороших условий контакта фаз в гетерогенных процессах с участием твердой фазы.
25.	Основные способы увеличения поверхности соприкосновения реагирующих фаз в системе газ-жидкость.
26.	Технологические схемы с открытой цепью и замкнутые. Характеристика.
27.	Технико-экономические показатели химико-технологических процессов. Расходный коэффициент. Мощность аппарата.
28.	Удельные капитальные затраты. Зависимость удельных капитальных затрат от единой мощности установки. Себестоимость.
29.	Основные положения материальных и тепловых балансов.
30.	Требования к химическим реакторам. Производительность и интенсивность.
31.	Классификация химических реакторов.
32.	Реакторы периодического и непрерывного действия. Основные характеристики.
33.	Классификация реакторов по режиму движения реагентов. Основные характеристики.

№ п/п	Вопросы к зачету
34.	Кинетическая модель реактора идеального вытеснения.
35.	Реакторы полного смещения. Характеристика. Математическое описание.
36.	Каскад реакторов полного смещения. Степень превращения. Движущая сила. Скорость процесса. Математическое описание.
37.	Классификация реакторов по температурному режиму. Сравнение реакторов.
38.	Гомогенные некаталитические процессы и реакторы. Технологические закономерности и характеристики. Типы реакторов.
39.	Закономерности гетерогенных процессов. Коэффициент массопередачи. Определение лимитирующей стадии.
40.	Процессы и реакторы системы газ-жидкость. Закон Генри. Критериальные уравнения. Коэффициент извлечения.
41.	Скорость процесса. Приемы увеличения скорости технологического процесса.
42.	Процессы и реакторы для систем твердое-жидкость. Скорость технологического процесса.
43.	Процессы и реакторы в системе газ-твердое. Адсорбция. Стадии процесса. Кинетические уравнения.
44.	Промышленные печи. Классификация промышленных печей. Основные характеристики.
45.	Основные уравнения теплопередачи. Интенсификация тепловых процессов.
46.	Процессы в системах твердое-твердое и жидкость-жидкость. Характеристика. Реакторы.
47.	Каталитические процессы. Закономерности каталитических процессов.
48.	Технологический режим каталитических процессов. Температурный режим. Выход продукта. Влияние давления и концентрации.
49.	Требования к контактному аппарату. Способы контакта фаз газ-твердое вещество в каталитических реакторах.
50.	Приемы теплообмена в контактных аппаратах для каталитических процессов.
51.	Топливо. Классификация. Теплота сгорания. Энергоемкость. Определение теплоты и температуры горения.
52.	Химическая переработка твердых топлив.

Семестр 6

№ п/п	Вопросы к зачету с оц.
1	Предмет химической кинетики. Феноменологическая кинетика: понятие и определение. Этапы кинетического исследования.
2	Кинетические закономерности, получаемые на основе экспериментальных данных. Понятие химической переменной. Соотношение количества реагирующих веществ и химической переменной.
3	Определение скорости химической реакции. Выражение скорости химической реакции через химическую переменную. Выражение скорости химической реакции через концентрации реагирующих веществ
4	Основной постулат химической кинетики: формулировка и математическое выражение. Охарактеризуйте каждую из входящих в него величин.
5	Понятие «порядок реакции». Дайте определение «порядок реакции по веществу» и «порядок реакции в целом». Что значит «наблюдаемый порядок».
6	Понятие «молекулярность реакции». Сравните понятия «молекулярность реакции» и

	«порядок реакции».
7	Понятие константы скорости реакции. Параметры, влияющие на константу скорости. Представьте в общем виде дифференциальное уравнение, связывающее концентрацию и время в общем виде.
8	Суть прямой и обратной задачи химической кинетики.
9	Представьте дифференциальное и интегральное кинетические уравнения для односторонних реакций 1-го порядка.
10	Представьте дифференциальное и интегральное кинетические уравнения для односторонних реакций 2-го порядка для различных вариантов протекания реакций.
11	Представьте дифференциальное и интегральное кинетические уравнения для односторонних реакций 0-го порядка
12	Понятие «время полупревращения» для реакций разного порядка.
13	Особенность протекания реакций третьего порядка. Представьте дифференциальное и интегральное кинетические уравнения для односторонних реакций 3-го порядка при равных исходных концентраций реагентов протекания реакций.
14	Способы определения порядка реакций по экспериментальным данным. Графический способ определения.
15	Интегральные методы определения порядка реакции. Достоинства и недостатки
16	Дифференциальные методы определения порядка реакции. Достоинства и недостатки.
17	Зависимость скорости реакции от температуры. Принцип Вант_Гоффа.
18	Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной форме.
19	Способы определения параметров в уравнении Аррениуса в графической и аналитической формах.
20	Понятие «энергии активации» и температурного коэффициента скорости реакции. Параметры необходимые для их расчета.
21	Определение сложных реакций. Признаки, характерные для сложных реакций, их отличие от простых. Классификация сложных реакций.
22	Понятие обратимых реакций. Представьте дифференциальное уравнение для скорости обратимой реакции первого порядка и выражение для определения констант скоростей прямой и обратной реакций.
23	Представьте интегральное уравнение для расчета констант скорости рассматриваемой обратимой реакции в отсутствие равновесия.
24	Параллельные реакции. Представьте дифференциальное и интегральное уравнения для реакции первого порядка и выражение для определения констант скоростей.
25	Параллельные реакции. Представьте дифференциальное и интегральное уравнения для реакции второго порядка и выражение для определения констант скоростей.
26	Последовательные реакции. Представьте дифференциальное и интегральное уравнения для реакции первого порядка и выражение для определения констант скоростей.
27	Последовательные реакции. Представьте дифференциальное и интегральное уравнения для реакции второго порядка и выражение для определения констант скоростей
28	Принцип стационарных концентраций. Границы его применения.
29	Основные постулаты молекулярно-кинетической теории газов.
30	Приведите уравнение Максвелла для распределения молекул идеального газа при одномерном и трехмерном движении.
31	Приведите распределение Больцмана во внешнем потенциальном поле.
32	Приведите уравнение связи между коэффициентом диффузии и вязкостью.
33	Сформулируйте закон эффузии Грехема.
34	Сформулируйте основные положения теории активных столкновений. Достоинства и недостатки теории.
35	Мономолекулярные реакции. Основные положения теории Линдемана
36	Сформулируйте основные положения теории Хиншельвуда. Выражение для константы

	скорости при разных давлениях.
37	Сформулируйте определения «переходного состояния» и «активированного комплекса». Основные положения «теории переходного состояния».
38	Представьте основное уравнение константы скорости, выраженной в единицах концентрации, в рамках термодинамического аспекта теории активированного комплекса.
39	Сформулируйте объединенный закон Буге-Ламберта-Бера и приведите его математическую формулировку.
40	Фотохимические реакции. Условия протекания. Квантовый выход Ф фотохимической реакции.
41	Основные положения теории катализа. Основные типы конкретных механизмов катализа.
42	Теория промежуточных соединений в катализе. Понятие активного центра для катализа.
43	Каталитическая активность в разных типах катализа: гомогенном, гетерогенном, ферментативном. Избирательность катализатора дифференциальная и интегральная.
44	Автокатализ. Механизм автокатализа. Кинетическая кривая автокаталитической реакции.
45	Ферменты. Природа и устройство ферментов. Показатели активности ферментов: единица активности фермента, удельная активность, молекулярная активность фермента.
46	Дайте определение понятию «обратимые ингибиторы». Типы ингибиторов.
47	Гомогенный катализ. Функция кислотности Гаммета. Приведите уравнение Гаммета.
48	Гетерогенный катализ. Основные положения. Катализаторы гетерогенного катализа. Катализаторы в промышленных процессах.
49	Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбционная теория Лэнгмюра. Изотерма адсорбции Лэнгмюра.
50	Кинетика гетерогенных и каталитических реакций. Газофазные и жидкофазные процессы.

Семестр 7

№п/п	Вопросы к экзамену
1.	Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП).
2.	Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии.
3.	Метод физического и математического моделирования.
4.	Математическое моделирование. Сущность и цели математического моделирования объектов химической технологии.
5.	Два подхода к составлению математических моделей процесс: детерминированный и стохастический, сферы использования.
6.	Математическое описание детерминированных ХТП.
7.	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций.
8.	Краткие сведения из химической кинетики, скорость химической реакции, закон действующих масс.
9.	Стехиометрический анализ, механизмы реакций. Кинетические модели гомогенных химических реакций.
10.	Моделирование кинетики гетерогенных каталитических реакций.
11.	Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций: метод стационарных концентраций, метод адсорбционной изотермы Лэнгмюра, методы построения кинетических моделей с использованием теории графов.
12.	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах, как основа построения математических моделей ХТП.
13.	Модель идеального перемешивания. Модель идеального вытеснения.
14.	Модель с неполным продольным смешением – диффузионная однопараметрическая модель.

	Модель с неполным продольным и поперечным смешением – диффузионная двухпараметрическая модель. Ячеечная модель.
15.	Реакторные процессы в химической промышленности. Структурный анализ процессов, протекающих в реакторе.
16.	Подход к построению математической модели химического реактора. Формирование модели гомогенного реактора идеального перемешивания.
17.	Анализ стационарного и динамического режимов работы.
18.	Моделирование реактора идеального вытеснения. Составление моделей реакторов с учетом продольного и радиального переноса массы и тепла.
19.	Моделирование неизотермических химических реакторов. Формирование системы уравнений материального и теплового балансов.
20.	Пример построения математического описания конкретного химико-технологического процесса, протекающего в реакторе.
21.	Модели тепловых процессов.
22.	Основные уравнения тепловых процессов.
23.	Модели теплообменных аппаратов, модели идеального вытеснения и идеального перемешивания.
24.	Статистический анализ ХТП
25.	Роль статистических методов при обработке данных химического эксперимента. Представление объекта в виде "черного ящика".
26.	Эксперимент – основа построения статистических моделей. Понятие факторного пространства, функции отклика, поверхности отклика.
27.	Общий вид статистических моделей, уравнение регрессии, параметры уравнения.
28.	Некоторые элементы теории вероятности и математической статистики.
29.	Обработка результатов эксперимента статистическими методами.
30.	Понятие случайной величины, вероятности появления события, функции распределения и плотности распределения вероятности.
31.	Основные числовые характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия и их свойства.
32.	Законы распределения случайных величин. Стохастическая связь.
33.	Понятие генеральной совокупности, выборки. Выборочные статистические характеристики: среднее арифметическое, выборочная дисперсия, выборочный коэффициент корреляции.
34.	Статистические модели на базе пассивного эксперимента.
35.	Пассивный эксперимент. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке данных химического эксперимента. Виды регрессии.
36.	Определение параметров модели по методу наименьших квадратов.
37.	Статистический анализ результатов химического эксперимента.
38.	Критерий Стьюдента при оценке значимости коэффициентов регрессии.
39.	Критерий Фишера для проверки адекватности полученного уравнения регрессии реальному эксперименту.
40.	Статистические модели на базе активного эксперимента.
41.	Планы первого порядка.
42.	Полный факторный эксперимент (ПФЭ).
43.	Моделирование гидродинамики насадочного абсорбера
44.	Математическое моделирование тепловых процессов
45.	Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме. Модели процессов теплообмена: 1. Теплообменник типа «перемешивание-

	перемешивание», 2.Теплообменник типа «вытеснение-вытеснение»
46.	Моделирование массообменных процессов химической технологии
47.	Моделирование процесса разделения многокомпонентной смеси в газовом сепараторе
48.	Математическое моделирование процесса ректификации
49.	Моделирование кинетики химических реакций
50.	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций

Семестр 8

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Устройство технологических трубопроводов
2.	Фасонные части, крепления трубопроводов
3.	Крепления трубопроводов, компенсация тепловых расширений
4.	Виды трубопроводной арматуры и их характеристики
5.	Графическое представление трубопроводов.
6.	Назначение классификации и выбор теплообменных аппаратов
7.	Кожухотрубчатые теплообменники. Их элементы и особенности конструкции
8.	Спиральные и пластинчатые теплообменники
9.	Теплообменники типа труба в трубе, воздушного охлаждения, оросительные, блочные
10.	Тарельчатые аппараты для процессов ректификации и абсорбции
11.	Основные конструкции контактных массообменных устройств и их параметры
12.	Принципы выбора тарельчатых массообменных аппаратов
13.	Экстракционные аппараты для системы жидкость-жидкость
14.	Аппараты для сушки материалов
15.	Адсорберы
16.	Аппараты мембранного разделения
17.	Парокомпрессионные и газокомпрессионные холодильные машины
18.	Абсорбционные холодильные машины
19.	Пароводяные эжекторные и водоиспарительные холодильные машины
20.	Циклы глубокого охлаждения
21.	Насосы, их виды, характеристики
22.	Компрессоры, их виды, характеристики
23.	Организация монтажных работ
24.	Монтажные работы. Технология монтажа колонных аппаратов.
25.	Монтаж основных типов химического оборудования
26.	Задачи ремонтной службы
27.	Ремонт основных типов химического оборудования
28.	Стали и чугуны. Состав, характеристики, свойства, область применения
29.	Цветные металлы. Состав, характеристики, свойства, область применения
30.	Коррозия и защита от коррозии. Механизм коррозии сталей. Принципы защиты.
31.	Пластмассы. Состав, характеристики, свойства, область применения
32.	Элементы машин. Валы, оси, шарниры.
33.	Подшипники, уплотнения
34.	Соединительные элементы машин и аппаратов

35.	Электродвигатели, их виды и особенности
36.	Передачи для электродвигателей.
37.	Электролиз водных растворов, расплавов. Закон Фарадея
38.	Транспортировка твердых сыпучих материалов
39.	Измельчение твердых материалов. Виды дробилок.
40.	Измельчение твердых материалов. Принципы расчета дробилок.
41.	Складское хозяйство химических предприятий. Организация хранения твердых, жидких и газообразных продуктов.
42.	Классификация твердых сыпучих материалов. Грохоты, сита.
43.	Виды редукторов. Особенности конструкции.
44.	Уровни АСУТП
45.	Приборы для измерения основных технологических параметров
46.	Реакторы для организации процессов газ-жидкость
47.	Реакторы для организации гомогенных процессов в жидкой фазе
48.	Реакторы для организации гомогенных процессов в газовой фазе
48.	Реакторы для организации гетерогенных процессов в системе газ-жидкость
50.	Реакторы для организации гетерогенных процессов в системе газ-твердое тело.

7.3.2 Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Зачет	«зачтено»	Студент набрал 55-100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре
		«не зачтено»	Студент набрал 0-54 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре
6	Зачет с оц	«отлично»	Студент набрал 85-100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре
		«хорошо»	Студент набрал 70-84 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре
		«удовлетворительно»	Студент набрал 55-69 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре
		«неудовлетворительно»	Студент набрал 0-54 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре
7	Экзамен (устно)	«отлично»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом и отвечает на один дополнительный вопрос с пониманием, приводит примеры
		«хорошо»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом, ответ на теоретический материал одного из вопросов экзаменационного билета неполный, отвечает на один дополнительный вопрос, приводит примеры
		«удовлетворительно»	Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета должны быть близкими к теории
		«неудовлетворительно»	Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос

8	Экзамен (устно)	«отлично»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом и отвечает на один дополнительный вопрос с пониманием, приводит примеры
		«хорошо»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом, ответ на теоретический материал одного из вопросов экзаменационного билета неполный, отвечает на один дополнительный вопрос, приводит примеры
		«удовлетворительно»	Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета должны быть близкими к теории
		«неудовлетворительно»	Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Москвичев Ю. А., Григоричев А.К., Павлов О.С.	Теоретические основы химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
2	Москвичев Ю.А., Григоричев А.К., Павлов О.С.	Теоретические основы химической технологии: учебное пособие	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Попов Ю. В., Лобасенко В. С.	Основы химической технологии: учебное пособие	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
4	Сутягин В. М., Ляпков А. А.	Общая химическая технология полимеров: Учебное пособие для вузов	учебное пособие	2023	ЭБС «Лань»
5	Баранов Д.А.	Процессы и аппараты химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
6	Гартман Т.Н., Клушин Д.В.	Моделирование химико- технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
7	Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г.	Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки	учебник	2020	ЭБС «Лань»
8	Арутюнян С.А.	Моделирование химико- технологических процессов	учебное пособие	2021	ЭБС «Лань»
9	Гумеров А. М.	Математическое моделирование химико-технологических процессов	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Липин А. А.	Системный анализ и методы химической кибернетики	учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»
2	Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А.	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс	учебник	2019	ЭБС «Лань»
3	Москвичев Ю. А., Григоричев А.К., Павлов О.С.	Теоретические основы химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
4	Руденко Е.Ю.	Современные проблемы экологии, энерго- и ресурсосбережения в биотехнологии	лабораторный практикум	2018	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– **American Journal of Engineering and Applied Sciences.** Рецензируемый журнал - публикует результаты исследований в области инженерных наук (прикладная физика и прикладная математика, автоматизация и управление, химическая технология, компьютерная техника, информатику, инженерные данные и разработка программного обеспечения, экологическая инженерия, электротехника, промышленная инженерия, информационные технологии и информатика, материаловедение, измерение и метрология, машиностроение, медицинская физика, энергетика, обработка сигналов и телекоммуникации: <http://thescipub.com/journals/ajeas>

– **Philosophical Transactions.** Журнал предоставляет свободный доступ к научным публикациям по следующим темам: инженерные, физические, математические науки: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/>

– **Journal of Engineering and Applied Sciences (Medwell Journals).** Журнал представляет статьи с результатами научных исследований в области инженерных наук (математика, электротехника, машиностроение, энергетика, автомобилестроение, биохимическая инженерия, строительная инженерия и т.д.): <http://www.medwelljournals.com/archive.php?jid=1816-949x>

– **DOAJ.** Ресурс, который обеспечивает доступ к полнотекстовым электронным журналам предназначен для поиска по названию статьи (журнала) или по теме. DOAJ ставит целью всестороннее освещение научной периодики, находящейся в открытом доступе и использующей определенные меры, гарантирующие достойное качество их содержания: <https://doaj.org/>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия, бессрочный
3	MathCAD версия 14 или 15	Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09), бессрочный

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория «Процессы и аппараты защиты окружающей среды». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для	Столы ученические моноблоки, столы, стулья, доска аудиторная (меловая), проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса,

	курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-409)	позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве., установка, позволяющая создать аэродинамическую тягу
2	Лаборатория «Высокомолекулярные соединения». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-220)	Столы лабораторные островные; столы лабораторные пристенные; столы лабораторные; шкаф вытяжной; шкаф вытяжной 1500ШВ; весы аналитические ВЛР200; сушильный шкаф Snol 58/350; стол виброустойчивый; стол письменный; шкафы для хим.реактивов; тумба для посуды и хим.реактивов; холодильник «Орск»; регулятор напряжения БП2100; магнитная мешалка ММ02; термостат UTU4; автоклав; полимеризатор; штатив лабораторный; доска аудиторная трехсекционная; табуреты лабораторные; химическая посуда
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401).	Столы, стулья, компьютеры
4	Лаборатория "Экоаналитика и химический мониторинг окружающей среды" (А-410)	Столы ученические двухместные (моноблоки), доска аудиторная (меловая), стол преподавательский, стул преподавательский., дистиллятор, шкаф сушильный, вытяжной шкаф, пристенный лабораторный столы, мойки, лабораторные столы, полки для титрования, шкаф сушильный КВС G100/250, дистиллятор, бидистиллятор, химическая стеклянная посуда, химическая фарфоровая посуда, проектор Optoma, экран , реактивы
5	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.(УЛК 203)	Переносной проектор, экран , столы компьютерные ,стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная)- ПК с выходом в сеть Интернет