

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

Б1.О.27.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая химическая технология 2

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)
Химическая технология органических и неорганических веществ

Форма обучения: очная

Год набора: 2025

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6	Итого
Форма контроля	Зачет с оценкой	
Вид занятий		
Лекции	64	64
Лабораторные	32	32
Практические	-	-
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	96,25	96,25
Самостоятельная работа	11,75	11,75
Контроль	-	-
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):

Доцент, кандидат химических наук Болотин А.В.

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

(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 18.03.01 Химическая технология

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2029г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «23» сентября 2024 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 и физико-химические методы анализа».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Коллоидная химия», «Химия и физика высокомолекулярных соединений», «Химия и технология неорганических веществ», «Технология производства капролактама и полиамида», «Технология производства синтетического каучука».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1 Осуществляет контроль параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, а также контроль изменения параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.	Знать: Процессы химической технологии, аппараты и методы их расчёта, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса.
		Уметь: Контролировать параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции.
		Владеть: Навыками использования технических средств контроля за параметрами технологического процесса, а также навыками осуществления изменений параметров технологического процесса и эксплуатации технологических аппаратов при отклонениях от установленных норм с соблюдением требований безопасности.

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	ОПК-4.2 Способность использовать в профессиональной деятельности основы проектирования оборудования для надежной реализации технологических процессов, а также разрабатывать техническую документацию.	<p>Знать: Назначение, устройство и применение типовых элементов технологического оборудования; Основные этапы проектирования надежного оборудования и правила оформления конструкторской документации.</p> <p>Уметь: Проектировать в соответствии с техническим заданием типовое оборудование, в том числе читать чертежи, изготавливать эскизы и другую техническую документацию; Выбирать по каталогам стандартные функциональные узлы и механизмы для комплектации машинных агрегатов, а также проводить расчетную оценку работоспособности и безопасности этих устройств в применении к заданным производственным условиям; оформлять графическую и текстовую документацию на технические средства в соответствии с действующими стандартами.</p> <p>Владеть: Навыками проектирования простейших аппаратов и технологического оборудования.</p>
	ОПК-4.3 Способность осуществлять метрологическое сопровождение технических средств для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, контролировать соответствие сырья и готовой продукции требованиям нормативно-технической документации.	<p>Знать: Отечественную и зарубежную нормативную документацию по метрологии, стандартизации и сертификации.</p> <p>Уметь: Анализировать характер и состояние производства и принимать решение о возможности использования конкретных средств измерения для контроля технологического процесса химических производств; Выбирать методики анализа и проведения измерений в нормативной документации на продукты, полупродукты и отходы производства.</p> <p>Владеть: Навыками самостоятельного проведения измерения и анализа полученных результатов с точки зрения их правильности и</p>

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		воспроизводимости, с использованием методов математической статистики.

4. 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. «Основные понятия, общие сведения о химических реакторах, кинетика реакторных процессов, аппараты периодического и непрерывного действия, режимы движения и структуры потоков».	Лек 1	Общие сведения о химических реакторах, их значение для химической технологии.	6	8	-	-	-
	Лек 2	Моделирование формальной кинетики реакторных процессов. Основные характеристики химических реакторов.	6	8	-	-	-
	Лек 3	Многообразие явлений в реакторах, основы их классификации.	6	8	-	-	-
	Лаб 1	Определение константы скорости реакции гидролиза полисахаридов.	6	4	8	-	-
	Лаб 2	Вывод и анализ математического описания систем формальной кинетики химических реакций.	6	2	8	-	-
	Лаб 3	Решение систем дифференциальных химической кинетики методом вычислительной математики.	6	2	8	-	-
	Лаб 4	Алгоритм, компьютерный расчет и анализ численного и аналитического решений реактора идеального смешения.	6	2	8	-	-
Модуль 2. «Реакторы с многофазными системами. Сущность и виды катализа»	Лек 4	Гомогенные процессы в однородных средах. Значение перемешивания и начального смешения.	6	8	-	-	-
	Лек 5	Гетерогенные процессы, реакторы для системы газ-жидкость.	6	8	-	-	-
	Лек 6	Реакторы газ-твердое. Сущность и виды катализа.	6	8	-	-	-

	Лаб 5	Компьютерный расчет развития процесса в периодическом реакторе идеального смешения.	6	2	8	-	-
	Лаб 6	Экспериментальные исследования работы реактора периодического действия.	6	4	10	-	-
	Лаб 7	Нелинейные эффекты в химических реакторах.	6	4	10	-	-
	Лаб 8	Принципы моделирования промышленных химических реакторов.	6	4	10	-	-
Модуль 3. «Моделирование реакторов, трубчатых аппаратов, высокотемпературные процессы, переработка и пиролиз углеводородов».	Лек 7	Моделирование химических реакторов идеального вытеснения, приближенный расчет по равенству соотношений, расчет трубчатых реакторов.	6	8	-	-	-
	Лек 8	Способы интенсификации реакторов, высокотемпературные процессы, переработка и пиролиз углеводородов.	6	8	-	-	-
	Лаб 9	Моделирование и компьютерный расчет статических характеристик реактора идеального вытеснения.	6	4	10	-	-
	Лаб 10	Сравнительный анализ поиска эффективного режима при упрощенном и точном расчете трубчатого реактора.	6	4	10	-	-
	Ср	Изучение теоретического материала. Подготовка отчетов по лабораторным работам.	6	11,75	-	-	-
	Посещаемость		6		10	-	-
	ПА			0,25	100	-	тестирование
Итого:				108	200		

Схема расчета итогового балла

1. Студент в течение семестра при изучении дисциплины набирает баллы за лабораторные работы и практические занятия. Студент может набрать от 0 до 100 баллов.
2. Студент проходит итоговое тестирование через центр тестирования. По результатам тестирования студент может набрать 0-100 баллов.
3. Формула расчета итоговой оценки:
«(Сумма)/2» - зачет формируется автоматически, на основе текущего рейтинга (все занятия) + результат итогового теста и все делится на 2.
«зачтено» ставится, если студент набрал 55-100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
«не зачтено» ставится, если студент набрал 0-54 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
4. Студент, по объективным причинам, не получивший по бально-рейтинговой системе отметку о зачете, устно отвечает на два теоретических вопроса билета.

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения, включающая лекции и практические занятия, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Лабораторное занятие с решением прикладных задач, проводится обсуждение результатов деятельности.

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 показателях, 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 соответствие 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:

7.4. 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

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
6.	ОПК-4	Отчеты по лабораторным работам № 1-10 в печатном и электронном виде. Вопросы к зачету с оценкой № 1-59.

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

7.2.1 Отчет по лабораторному занятию

(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Лабораторная работа № 1 «Определение константы скорости реакции гидролиза полисахаридов».

Цель работы: экспериментально определить константу скорости реакции гидролиза полисахаридов при различных параметрах технологического процесса.

Задачи работы:

1. Овладеть приемами проведения реакции гидролиза полисахаридов и определения константы скорости реакции гидролиза.

2. Освоить методику расчета константы скорости реакции гидролиза полисахаридов при заданных условиях протекания процесса

Обеспечивающие средства: лабораторные установки; методика проведения эксперимента; реактивы; измерительное оборудование и посуда.

Задание: осуществить проведение реакции гидролиза полисахаридов при заданных условиях. На основании полученных результатов определить константу скорости реакции гидролиза полисахаридов. Сделать вывод о влиянии технологических параметров процесса на

константу скорости реакции, определить оптимальные условия протекания процесса.

Порядок выполнения работы

В каждую из четырех пронумерованных конических колб емкостью 250 мл помещают навески абсолютно сухой целлюлозы ($1,0 \pm 0,01$) г и 20 мл серной кислоты заданной концентрации. Все колбы с содержимым перемешивают. По истечении периода t_0 , необходимого для прогрева реакционной смеси, содержимое каждой колбы 1 и 2 количественно переносят на бумажный фильтр, вложенный в воронку Бюхнера, и промывают водой до нейтральной реакции. Бумажные фильтры должны быть предварительно высушены до постоянного веса, пронумерованы и взвешены на аналитических весах. Промытый остаток целлюлозы вместе с фильтром высушивают до постоянного веса при температуре 110°C и определяют количество целлюлозы a_0 , оставшееся после прогрева. По истечении времени t , необходимого для превращения 40–70 % целлюлозы, проводят такую же операцию с содержимым колб 3 и 4 и определяют количество целлюлозы, оставшееся после окончания реакции ($a - x$).

Концентрация серной кислоты, продолжительность прогрева t_0 и общая продолжительность реакции t задаются преподавателем. Все результаты опытов заносят в таблицу:

№ опыта	a , г	t_0 , мин	t , мин	a_0 , г	a_0 , (ср.), г	$(a - x)$, г.	$(a - x)$, ср, г.	K , мин ⁻¹

Константу скорости рассчитывают по формуле:

$$K = \frac{2,3}{\tau - \tau_0} \cdot \lg \frac{a_0}{a - x}$$

В формулу подставляют средние значения a_0 и $(a - x)$ из двух опытов. По заданию преподавателя могут быть рассчитаны константы скорости при различных температурах и концентрациях кислоты, и на основании полученных результатов построены графики зависимости скорости реакции от этих факторов, а также вычислены температурный коэффициент скорости реакции и полупериод гидролиза полисахарида при заданных условиях процесса.

Требования к содержанию отчета: в отчете необходимо отразить цель работы с обоснованием химической сущности, порядок выполнения работы с приведением промежуточных и окончательных результатов работы, на основании проведенных экспериментов нужно определить константу скорости реакции гидролиза полисахаридов при заданных условиях. Сделать вывод о зависимости константы скорости реакции от технологических параметров процесса и обосновать способы увеличения константы скорости реакции.

Контрольные вопросы

1. Опишите процесс гидролиза, области протекания. Приведите стехиометрическое уравнение, порядок реакции;
2. В чем заключается роль серной кислоты в процессе гидролиза?
3. В чем физический смысл константы скорости процесса? Приведите ее размерность, уравнение для расчета константы;
4. Какое влияние оказывают параметры процесса (температура, давление, концентрация серной кислоты, перемешивание, вид образца целлюлозы, гидромодуль) на величину константы скорости?
5. Назовите способы увеличения константы скорости. Приведите уравнение Аррениуса.

Критерии оценки:

10 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все поставленные ему вопросы.

8 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок ответил на один из поставленных преподавателем вопросов.

7 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Не ответил ни на один вопрос.

6 баллов – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил только на один вопрос.

5 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил более 2 ошибок. Ответил на все вопросы.

4 балла – студент выполнил работу менее чем на 50%. Ответил на все наводящие вопрос.

3 балла – студент выполнил работу. Допустил более 2 ошибок. Ответил только на один вопрос.

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

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 6

№ п/п	Вопросы к зачету с оценкой
1.	Классификация химических реакторов.
2.	Классификация оборудования и процессов химической и нефтехимической технологии.
3.	Факторы, влияющие на конструкцию химических реакторов.
4.	Основные требования к промышленным реакционным аппаратам.
5.	Методы и последовательность расчета оборудования (реакторов).
6.	Реактора в органической технологии.
7.	Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе. Реакторы смешения. Реакторы вытеснения.
8.	Реакторы для проведения гомогенных и гетерофазных реакций в жидкой фазе.
9.	Реакторы для проведения реакций в системе газ – жидкость. Классификация реакторов системы газ-жидкость.
10.	Реакторы барботажные (группа РБ). Реактор барботажный колонный (тип РБК).
11.	Реактор барботажный газлифтный (тип РБГ). Реактор барботажный змеевиковый (тип РБЗ).
12.	Реакторы с тарелками колпачковыми и ситчатыми.
13.	Реакторы для проведения реакций в системе газ – жидкость. Реакторы с механическим диспергированием газа в жидкости (группа РМ).
14.	Реактор с мешалкой в свободном объеме (тип РМС). Реактор с мешалкой в циркуляционном контуре (тип РМЦ).
15.	Реакторы для проведения реакций в системе газ – жидкость. Реакторы пленочные (группа РП).
16.	Реактор со свободно стекающей пленкой (тип РПС).
17.	Реактор с восходящей пленкой (тип РПВ). Реактор с закрученным газожидкостным потоком (тип РПЗ).
18.	Инжекционно-струйные реактора.
19.	Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Трубчатые реакторы; кожухотрубные реакторы;
20.	Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Реакторы со сплошным слоем катализатора;
21.	Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Реакторы со сплошным неподвижным слоем катализатора; адиабатические реакторы; реактора секционированного типа.
22.	Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Реакторы с подвижным слоем катализатором
23.	Реакторы с медленно движущимся плотным слоем.
24.	Реакторы с псевдооживленным (кипящим) слоем.
25.	Реакторы с катализатором, движущимся в режиме пневмотранспорта.
26.	Трехфазные реакторы.
27.	Реакторы процессов органического и нефтехимического синтеза. Конструкция и особенности реакторов процесса термического пиролиза углеводородного сырья.

№ п/п	Вопросы к зачету с оценкой
28.	Конструкция и особенности реакторов процесса риформинга для получения ароматических углеводородов.
29.	Конструкция углеводородов.
30.	Конструкция и особенности реакторов процесса получения изопрена.
31.	Конструкция и особенности реакторов процесса гидратация олефинов (сернокислотная и прямая гидратация олефинов на кислотном катализаторе, на цеолитсодержащих катализаторах).
32.	Конструкция и особенности реакторов процесса синтезов на основе оксида углерода и водорода (синтез-газа).
33.	Конструкция и особенности реакторов процесса синтеза метанола.
34.	Конструкция и особенности реакторов процесса алюминии, на цеолитсодержащих катализаторах).
35.	Конструкция и особенности реакторов процесса окисления ИПБ (колонные, реактора с перемешивающимися устройствами, реактора эрлифтного типа).
36.	Конструкция и особенности реакторов процесса гидроперекиси изопропилбензола на фенол и ацетон.
37.	Реакторы процессов сульфирования и сульфатирования (реактор с реакционной тарелкой (стакан); каскад реакторов с турбинными мешалками; реактор с вращающимся внутренним барабаном; пленочный реактор).
38.	Реакторы процессов получения высокомолекулярных соединений: получения полиэтилена высокого давления (реактор непрерывного вытесняющего действия, реактор с мешалкой).
39.	Реактор для получения полиэтилена низкого давления (автоклав колонного типа).
40.	Полимеризатор изобутилена.
41.	Реактор дегидрирования алкилароматических углеводородов для получения стирола блочными эмульсионным методом периодическим и непрерывным методом.
42.	Реактора для получения феноло-альдегидных олигомеров.
43.	Реактор для получения полиуретанов.
44.	Реактор для получения немодифицированных глифталевых полимеров.
45.	Полимеризационная колонна для получения капролактама.
46.	Реактора для получения бутадиенстирольного каучука.
47.	Роль реактора в химическом и нефтехимическом процессе. Процессы, происходящие в реакторе.
48.	Основные факторы, определяющие процесс в реакционной зоне. Основные элементы расчета реакционной зоны. Конструктивные особенности нефтехимических реакторов.
49.	Реакторы для проведения процессов в гомогенной газовой фазе. Реакторы периодического действия (изотермические, неизотермические). Реакторы полупериодического действия.
50.	Идеальные реакторы непрерывного действия (изотермические, неизотермические, реакторы, работающие в автотермическом режиме).
51.	Реакторы для проведения процессов в системе жидкость-жидкость. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
52.	Реакторы для проведения процессов в системе жидкость – твердый катализатор. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
53.	Реакторы для проведения процессов в системе газ-твердый катализатор. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
54.	Реакторы для проведения процессов в системе газ-жидкость. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
55.	Реакторы для проведения процессов в системе газ-жидкость-твердый катализатор. Реакторы смешения, реакторы вытеснения.
56.	Реакторы без циркуляции катализатора. Реакторы с циркулирующим катализатором.
57.	Реакторы для гетерогенных систем. Реакторы с кипящим слоем.
58.	Конструкция реакторов для отдельных химических и нефтеперерабатывающих процессов (гидрогенизационных, термических и каталитических).
59.	Расчет реакторов по данным действующих установок. Материальный баланс. Химического реактора. Тепловой баланс химического реактора. Определение технологических размеров реакторов.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
6	Зачет с оценкой	«Отлично»	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Весь учебный материал по изучаемой дисциплине и аргументированно использует его в нестандартных ситуациях, проявляя при этом неординарные творческие способности в учебной деятельности; • Основные принципы, теории, законы, правила, используемые для изучения объектов дисциплины; признаки, параметры, характеристики, свойства объектов, изучаемые в дисциплине; • Модели, схемы, структуры, описывающие объекты дисциплины; • Методы, способы, приемы решения основных задач; • Оценки, пределы, ошибки, ограничения применяемых методов, моделей, теорий. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Применять полученные знания в нестандартных условиях, делать аргументированные выводы, оценивать с практической точки зрения отдельные новые факты, явления процессы, решать творческие задачи, воспринимать иную позицию (точку зрения), как альтернативную, при обучении пользоваться дополнительными источниками информации; • давать полные, логичные и обоснованные ответы на основные и дополнительные вопросы по изучаемой дисциплине. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Глубокими и крепкими знаниями, научной

			<p>терминологией; умением дополнять, адаптировать и развивать методы, алгоритмы, приемы, методики для решения конкретных задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Умением анализировать и использовать нормативно – правовые документы, учебную, научную и другие виды литературы, результаты наблюдений и деятельности.
		«Хорошо»	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основополагающие теории и факты, логично освещает причинно – следственные связи между ними. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Работать самостоятельно, подготовить реферат и защитить его положения, давать полные логичные ответы и не допускать грубых ошибок (при ответе допускаются не принципиальные неточности), систематизировать программный материал с помощью преподавателя. <p>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Умением свободного использования изученного материала в стандартных условиях; умением анализировать, делать выводы по техническим и экономическим расчетам, правильно использовать технологию, составлять простые таблицы, схемы.

		«Удовлетворительно»	<p>Знает и понимает суть дисциплины, основных положений учебного материала;</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Поверхностно анализировать события, ситуации, делать определенные выводы, самостоятельно воспроизводить большую часть материала. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Умением давать правильные ответы (допускаются некоторые неточности и непринципиальные ошибки); • Умением работать только с учебной литературой, указанной преподавателем.
		«Неудовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Романков П.Г.	Массообменные процессы химической технологии	Учебное пособие	2020	ЭБС «IPRbooks»
2	Москвичев Ю. А., Григоричев А.К., Павлов О.С.	Теоретические основы химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Шадрина Е.М., Маркичев Н.А.	Расчет энергосберегающих технологических установок	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
4	Рахманов Ю. А.	Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»
5	Баранов Д.А.	Процессы и аппараты химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
6	Заварухин С.Г.	Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов	учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
7	Гартман Т.Н., Клушин Д.В.	Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
8	Казиев В.М.	Введение в анализ, синтез и моделирование систем	учебное пособие	2020	ЭБС «IPRbooks»
9	Козадерова О.А.	Расчеты материальных и тепловых балансов в технологии минеральных удобрений	Учебное пособие	2018	ЭБС «IPRbooks»
10	Романков П.Г.	Массообменные процессы химической технологии	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRbooks»

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

- **Химическая промышленность сегодня.** Журнал *«Химическая промышленность сегодня»* публикует оригинальные статьи химико-технологического профиля, содержащие новые результаты завершенных исследований в области химической технологии и биотехнологии, промышленного внедрения и эксплуатации химических производств. Журнал также публикует обзоры наиболее интересных и актуальных научных достижений и практических разработок по публикациям отечественной и иностранной печати, информацию о проведении научных конференций, симпозиумов и научно-практических совещаний в области химической технологии и химической промышленности.

Основные научные направления:

- Безопасность химических производств;
- Биотехнология;
- Кинетика и катализ;
- Математическое моделирование химических процессов;
- Мембраны и мембранная технология;
- Переработка нефти и газа;
- Перспективные химические технологии;
- Применение химических продуктов;
- Производство минеральных удобрений;
- Процессы и аппараты химических технологий;
- Сырье и материалы;
- Технология неорганических веществ;
- Технология органических веществ;
- Технология полимеров;
- Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов;
- Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов;
- Технология биологически-активных и фармацевтических веществ;
- Технология электрохимических процессов;
- Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ;
- Энерго- и ресурсосберегающие технологии;

Выпуская в свет каждый новый номер журнала *«Химическая промышленность сегодня»*, редакция ставит перед собой задачу объединить вокруг издания творческие силы ученых химиков, производителей сырья и оборудования, инженеров и технологов химических производств.

Помимо традиционных научно-технических статей, каждый номер посвящен Главной теме – важной проблеме, актуальному вопросу или значимому событию отрасли.

В настоящее время читателями журнала являются представители ведущих химических предприятий, исследовательских центров, студенты и преподаватели российских ВУЗов.

- **Теоретические основы химической технологии.** Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов

и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей Научной электронной библиотеки (eLibrary) доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>

- **Математическое моделирование.** Журнал *"Математическое моделирование"* основан в 1989 году. Журнал выходит ежемесячно в печатном и электронном виде. Журнал публикует обзоры, оригинальные статьи и краткие сообщения, посвященные математическому моделированию с применением ЭВМ и численным методам решения сложных и актуальных проблем науки и современной технологии. Помещаются также работы, имеющие высокий предметный и математический уровень, показывающие возможности вычислительного эксперимента в данной области и освещающие следующие вопросы: *постановки научно-технических задач, построение математических моделей для них, математические методы их исследований и вычислительные алгоритмы их решения, пакеты прикладных программ для решения актуальных задач, иллюстрированные расчеты, апробация моделей путем сравнения с экспериментальными или теоретическими данными.* Публикуются также рефераты препринтов и депонированных рукописей, письма в редакцию, научная информация (планы и итоги конференций, школ и т.п.). Возможна публикация объявлений и рекламных материалов.
- **"Компьютерные исследования и моделирование".** Рецензируемый российский журнал "Компьютерные исследования и моделирование" публикует результаты оригинальных исследований и работы обзорного характера в области *компьютерных исследований и математического моделирования в физике, технике, биологии, экологии, экономике, психологии* и других областях знания. Журнал редактируется и издается Институтом компьютерных исследований в сотрудничестве с кафедрой биофизики биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

– **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://thescpub.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 "Процессов и АХП". 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-118)	Лабораторные установки по изучению процесса ректификации, процесса теплопередачи (труба в трубе), лабораторная установка для измерения давления, стационарное медиа оборудование, интерактивная доска. Столы ученические, стулья ученические.
2.	Лаборатория «Технология органических соединений». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. (А-311)	Столы лабораторные островные физические; Столы островные химические; полки для посуды; мойки; Столы лабораторные; Столы письменные; шкаф вытяжной 1500ШВ; шкафы сушильный WS31; баня водяная многоместная; печь муфельная.; плитка электрическая; магнитная мешалка.; термостат VT8; аппарат для определения температуры вспышки; лабораторная ректификационная колонна; весы аналитические ВЛР200; весы электронные HL100; штативы лабораторные; табуреты лабораторные; стул; химическая посуда, доска меловая.

3.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. 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-306)	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева.
4.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
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
6.	Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". 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-409).	Столы ученические моноблоки, Столы, стулья, доска аудиторная (меловая), проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, установка, позволяющая создать аэродинамическую тягу.