

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

Б1.О.27.03
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая химическая технология 3

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)
Химическая технология тонкого органического синтеза и лекарственных препаратов

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 7 | Итого |
|--|-----------------|------------|
| Форма контроля | Зачет с оценкой | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 32 | 32 |
| Лабораторные | 32 | 32 |
| Практические | 32 | 32 |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | - | - |
| Промежуточная аттестация | 0,25 | 0,25 |
| Контактная работа | 96,25 | 96,25 |
| Самостоятельная работа | 47,75 | 47,75 |
| Контроль | - | - |
| Итого | 144 | 144 |

Рабочую программу составил(и):

Доцент, к.х.н. Гусев Д.М.

(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 2030 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 1 от «29» августа 2025 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: «Неорганическая химия и химия элементов 1, 2», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа 1, 2», «Органическая химия (базовый курс)», Органическая химия (специальный курс).

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Аналитический контроль качества сырья и продукции», «Химическая технология тонкого органического синтеза и синтеза фармацевтических субстанций 2».

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: теоретические основы химической технологии, принципы строения вещества и протекания химических процессов |
| | | Уметь: применять знания основ химической технологии при выполнении практических задач |
| | | Владеть: способностью использовать принципы строения вещества и протекания химических процессов при решении профессиональных задач |
| | ОПК-4.2. Способность использовать в профессиональной деятельности основы проектирования оборудования для надежной реализации технологических процессов, а также разрабатывать техническую документацию | Знать: теоретические основы оценки эффективности и безопасности производства |
| | | Уметь: применять знания оценки эффективности и безопасности производства при выполнении практических задач |
| | ОПК-4.3. Способность осуществлять метрологическое сопровождение | Владеть: способностью принять техническое решение по изменению режимов работы оборудования при постановке профессиональных задач |
| | | Знать: принципы строения вещества и протекания химических процессов, правила норм охраны труда |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|--|--|
| | технических средств для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, контролировать соответствие сырья и готовой продукции требованиям нормативно-технической документации. | <p>Уметь: анализировать источники информации с целью выбора более эффективного метода анализа для решения аналитической задачи</p> <p>Владеть: навыками экспериментатора, способного осуществить все этапы технологического процесса</p> |

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 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. Введение в системы управления химико- технологически ми процессами и системами. Динамические системы | Лек № 1 | Необходимость автоматизации химико-технологических процессов и систем. Основные термины, понятия и определения теории автоматического управления | 7 | 2 | - | - | - |
| | Лаб № 1 | Определение погрешности термометра | 7 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 1 |
| | Лаб № 2 | Определение передаточной функции на примере зависимости вязкости глицерина от температуры | 7 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 2 |
| | Лек № 2 | Классификация систем управления | 7 | 2 | | | |
| | Лаб № 3 | Определение суммарной передаточной функции | 7 | 4 | | | Отчет по лабораторной работе № 3 |
| | Пр № 1 | Решение задач по теме «Метрология» | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 1 |
| | Пр № 2 | Решение задач по теме «Температура» | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 2 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|--------------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|---|
| | Лаб № 4 | Определение взаимозаменяемости ртутного термометра и термопары | 7 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 4 |
| | Лаб № 5 | Разработка схем автоматизации управления | 7 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 5 |
| | Лаб № 6 | Определение узлов автоматизации по заданному техническому заданию | 7 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 6 |
| | Лаб № 7 | Разработка алгоритма автоматизации процесса | 7 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 7 |
| | Лаб № 8 | Определение узлов регулирования, информирования и автоматизации процесса по заданному техническому заданию | 7 | 4 | - | - | Отчет по лабораторной работе № 8 |
| | Пр № 3 | Решение задач по теме «Давление» | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 3 |
| | Лек № 3 | Задачи линейной теории автоматического управления и регулирования | 7 | 2 | - | - | - |
| | Лек № 4 | Уравнение динамики линейной системы n-го порядка с одной входной и одной выходной величинами | 7 | 4 | - | - | - |
| | Лек № 5 | Линеаризация нелинейных дифференциальных уравнений динамической системы | 7 | 4 | - | - | - |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|--------------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|---|
| | Пр № 4 | Решение задач по теме «Объем» | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 4 |
| | Пр № 5 | Решение задач по теме «Расход» | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 5 |
| | Пр № 6 | Решение задач по теме «Уровень» | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 6 |
| | Пр № 7 | Передаточная функция | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 7 |
| | Пр № 8 | Временные характеристики | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 8 |
| | Пр № 9 | Частотные характеристики | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 9 |
| | Пр № 10 | Устойчивость непрерывных стационарных систем | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 10 |
| | Пр № 11 | Качество непрерывных стационарных систем | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 11 |
| | Пр № 12 | Переход к пространству состояний | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 12 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|--------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|---|
| | Пр № 13 | Канонические представления | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 13 |
| | Пр № 14 | Описание по структурной схеме | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 14 |
| | Пр № 15 | Синтез структурной схемы | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 15 |
| | Пр № 16 | Основные матричные функции | 7 | 2 | - | - | Отчет по практической работе № 16 |
| | Лек№ 6 | Передаточные функции и структурные схемы | 7 | 2 | - | - | - |
| | Лек№ 7 | Временные характеристики | 7 | 2 | - | - | - |
| | Лек№ 8 | Частотные характеристики | 7 | 2 | | | - |
| | Лек№ 9 | Типовые динамические звенья и их характеристики. Другие типы звеньев | 7 | 4 | | | - |
| | Лек№ 10 | Классический метод математического описания и исследования многомерных систем | 7 | 2 | | | - |
| | Лек№ 11 | Операционный метод математического описания и исследования многомерных систем | 7 | 2 | | | - |
| | Лек№ 12 | Математическое описание и исследование многомерных систем в переменных пространства состояний | 7 | 2 | | | - |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|----------------------------|-----------------------------------|---|----------------|------------------|--------------|-----------------------|---|
| | Лек№ 13 | Устойчивость, управляемость и наблюдаемость систем | 7 | 2 | | | - |
| | Самостоятельная работа | Изучение теоретического материала. Подготовка отчетов по лабораторным работам 1 – 8 и практическим занятиям 1 - 16 | 7 | 47,75 | | | - |
| | ПА | | | 0,25 | - | - | - |
| Итого: | | | | 144 | | | |

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 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

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|---|--|
| 7 | ОПК-4 | Отчеты по лабораторным работам № 1-8 в печатном и электронном виде. Вопросы к зачету с оценкой № 1-46. |

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 метрологических характеристик термометра».

Цель работы: определить основные метрологические характеристики ртутного термометра.

К основным метрологическим характеристикам относятся в первую очередь абсолютная и относительная погрешность, приведенная погрешность и класс точности.

Определение погрешности может выполняться различными способами, однако в контексте измерительного прибора погрешность измеряется путем сравнения с некоторой стандартной величиной (эталоном) или с использованием других аттестованных средств измерения.

В таком случае абсолютная погрешность будет выражаться, как модуль разности между эталонным значением и измеренным:

$$\Delta x = |x_{\text{эталон}} - x_{\text{измеренное}}| \quad (1)$$

Относительная погрешность соответственно вычисляется, как отношение абсолютной погрешности к измеренному значению и выражается в процентах:

$$x_{\text{отн}} = \frac{\Delta x}{x_{\text{измеренное}}} \times 100 \quad (2)$$

Кроме того, при использовании прибора чаще всего используют приведенную погрешность. Как следует из ее названия, данный вид погрешности приводится к какому-либо диапазону. Чаще всего им является измерительная шкала прибора. В таком случае формула 2 примет следующий вид:

$$x_{\text{прив}} = \frac{\Delta x}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}} \times 100 \quad (3)$$

где x_{max} - максимальное значение шкалы прибора, x_{min} - минимальное значение шкалы. Класс прибора характеризует точность прибора и численно равен приведенной погрешности.

Методика выполнения работ:

Включают сушильный шкаф и выставляют на его термостате температуру в 50 °С. В отверстие для аттестации вставляют ртутный термометр с максимальным значением шкалы

100 °С. Выдерживают термометр при этой температуре в течение 5 минут и фиксируют результат.

Повторяют данную операцию при 60 °С, 70 °С, 80 °С, 90 °С.

Расчёт итоговых значений

В качестве эталонных значений используют температуру сушильного шкафа

При записи полученных данных необходимо привести все фиксируемые в ходе проведения лабораторной работы температуры термометра.

Рассчитать приведенную погрешность при каждой температуры, определить класс прибора и сделать вывод о сходимости погрешностей для каждой температуры.

Контрольные вопросы

1. Что такое абсолютная погрешность?
2. Что такое относительная плотность?
3. Что такое приведенная погрешность и как она согласуется с классом прибора?
4. Почему необходимо проводить измерения при нескольких значениях температуры?

Критерии оценки:

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

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

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

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

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

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

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.

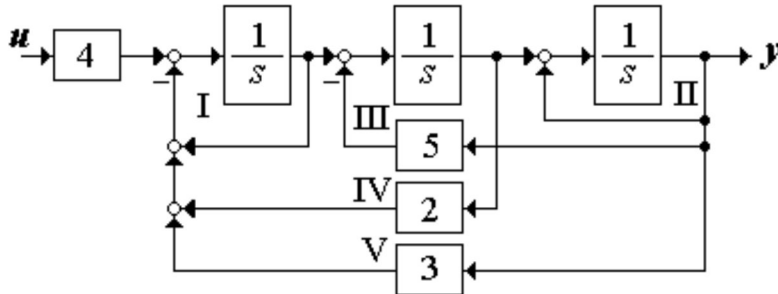
7.2.2 Отчет по лабораторному занятию

(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Задание: определить передаточную функцию схемы

Исходные данные:



Применим правило Мейсона. В системе имеются обратные связи, поэтому ПФ представляет собой дробь. Прямой путь от входа u к выходу y только один, его касаются все пять ЗКОС, поэтому в числителе ПФ пишем просто произведение $4/s^3$. Знаменатель начинаем описывать с непересекающихся контуров – контур I не имеет общих точек с контуром III и вложенным в него контуром II, поэтому записываем сначала произведение их определителей. Контур IV соприкасается с контурами I и III, поэтому просто добавляем произведение звеньев по нему $2/s^2$, но умножаем его на определитель контура II, так как этот ЗКОС не имеет общих точек с IV. И в конце просто добавляем произведение звеньев $3/s^3$ контура V, поскольку он соприкасается со всеми остальными ЗКОС

Таким образом передаточная функция системы будет описываться следующим уравнением:

$$W_{yu}(s) = \frac{\frac{4}{s^3}}{\left(1 + \frac{1}{s}\right)\left(1 - \frac{1}{s} + \frac{5}{s^2}\right) + \frac{2(1 - \frac{1}{s})}{s^2} + \frac{3}{s^3}} = \frac{4}{(s+1)(s^2-s+5) + 2s - 2 + 3} = \frac{4}{s^3 + 6s + 6}$$

Контрольные вопросы:

1. Что такое передаточная функция?
2. Что такое эквивалентная передаточная функция?
3. Что такое отрицательная обратная связь? Положительная?

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.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

| № п/п | Вопросы к зачету |
|-------|---|
| 1 | Дать определение термина «автоматизация». В чем отличие САУ от АСУ? |
| 2 | Что такое «динамическая система»? Какие виды динамических систем существуют? |
| 3 | Что такое автоматическое управление и автоматическое регулирование? В чем их различие? |
| 4 | Дать определение следующим терминам «Измерительная система», «Измерительная установка», «Канал связи». |
| 5 | В чем суть принципа Понселе? |
| 6 | В чем суть принципа Ползунова-Уатта? |
| 7 | Дать классификацию САУ по числу управляемых и регулируемых величин и кратко ее охарактеризовать. |
| 8 | Дать классификацию САУ по числу контуров управления. |
| 9 | Дать классификацию САУ по характеру передачи сигнала. |
| 10 | Дать классификацию САУ по основным видам уравнений динамики процессов управления и характеру процессов управления. |
| 11 | Дать классификацию САУ по характеру функционирования. |
| 12 | В чем отличие современной МСАУ от классической САУ? |
| 13 | Опишите задачи линейной теории автоматического управления и регулирования. |
| 14 | Что такое динамика и статика системы? |
| 15 | Что такое нормированные математические модели системы? |
| 16 | Что такое принцип суперпозиции и для каких систем он применим? |
| 17 | Что такое линеаризация и для каких систем и зачем она проводится? |
| 18 | Что такое операционное исчисление и как оно используется в ТАУ? |
| 19 | Что такое передаточная функция и как она определяется? |
| 20 | Чем определяется характер движения ДС? |
| 21 | Что такое характеристический многочлен, нули и полюса передаточной функции? |
| 22 | Что такое динамические звенья и что положено в основу их классификации? |
| 23 | Для чего необходимо задание структурной схемы ДС? |
| 24 | Назовите типовые схемы соединений динамических звеньев и запишите их результирующие передаточные функции. |
| 25 | Как и при каких условиях определяются в системе передаточные функции по управляющему и возмущающему воздействию? |
| 26 | Как получить результирующую передаточную функцию в системах с перекрестными связями? |
| 27 | Что такое временная характеристика системы и какие виды временных характеристик используются для анализа функционирования ДС? |
| 28 | Дать определение переходной характеристики, ИПХ и записать соотношение между ними. |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|----------|---|
| 29 | Что такое частотная передаточная функция и что она характеризует? |
| 30 | Что такое АФЧХ, АЧХ и ФЧХ и что они характеризуют? |
| 31 | Как получить частотную передаточную функцию системы, если известна ее передаточная функция? |
| 32 | Какие звенья относятся к группе позиционных звеньев? |
| 33 | Какие звенья относятся к группе дифференцирующих звеньев? |
| 34 | Какие звенья относятся к группе интегрирующих звеньев? |
| 35 | Что такое минимально-фазовые звенья? |
| 36 | Что такое номинимально-фазовые звенья? |
| 37 | Преобразование Лапласа и его применимость в автоматизации |
| 38 | Охарактеризовать основные принципы управления и нарисовать их функциональные структуры. |
| 39 | Что такое управление и регулирование? |
| 40 | Что такое технологические измерения? |
| 41 | Что такое управление в «малом»? |
| 42 | Что такое управление в «большом»? |
| 43 | Какие типы датчиков используются для измерения физических и химических величин, таких как температура, давление, pH, концентрация вещества? Приведите примеры их применения. |
| 44 | Что такое замкнутая и открытая система управления? Приведите примеры их использования в автоматизации химических процессов. |
| 45 | Опишите принцип работы системы автоматического управления (САУ) для регулирования температуры в реакторе. Какие элементы составляют такую систему? |
| 46 | Какие методы регулирования (пропорциональное, интегральное, дифференциальное) используются для управления концентрацией вещества в химических реакциях? Преимущества и недостатки каждого метода. |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|---------|---|-------------------------|--|
| 7 | Зачет с оценкой | «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 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 | 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

– **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 |

8.1. 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 |

| № 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 |
|----------|---|---|
| 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) | Стол�ы 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. |