

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

Б1.В.04
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологическое и аппаратное оформление современных процессов химической
технологии

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.04.01 Химическая технология

направленность (профиль)
Химия и технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные		
Практические	32	32
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	40,35	40,35
Самостоятельная работа	32	32
Контроль	35,65	35,65
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):

Доцент, доцент, к.х.н. Орлов Ю.Н.

(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 18.04.01 Химическая технология

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2028 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 1 от «29» августа 2025 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов базы теоретических знаний в области современных процессов химической технологии и их аппаратурного оформления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: моделирование и оптимизация технологических процессов; химическая технология тонкого органического синтеза.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: зелёные химические технологии получения мономеров; оборудование химических и нефтехимических предприятий.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-4. Разработка и сопровождение технологического процесса при производстве продуктов тонкого органического синтеза	ПК-4.1. Разработка и внедрение технологического процесса для производства продуктов тонкого органического синтеза	Знать: технологическое и аппаратурное оформление современных процессов в области производства продуктов тонкого органического синтеза
		Уметь: рассчитывать оборудование для производства продуктов тонкого органического синтеза
		Владеть: методами разработки технологических процессов
	ПК-4.2. Разработка технологической документации при производстве продуктов тонкого органического синтеза	Знать: технологическое и аппаратурное оформление современных процессов в области производства продуктов тонкого органического синтеза
		Уметь: рассчитывать оборудование для производства продуктов тонкого органического синтеза
		Владеть: методами разработки технологической документации

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура и содержание дисциплины «Технологическое и аппаратурное оформление современных процессов химической технологии»

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Кристаллизация	Лек1	Кристаллизация. Физическая сущность процесса и его применение в химической технологии. Равновесие в процессах кристаллизации. Фазовая диаграмма температура - состав. Способы проведения кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на свойства кристаллов. Кристаллизационная аппаратура. Материальный и тепловой балансы кристаллизации. Схема расчёта кристаллизаторов.	3	2	-	-	
	Пр1	Расчёт вакуум-кристаллизатора: определение концентрации раствора на выходе из кристаллизатора и рабочей высоты кристаллорастителя.	3	4	-	-	Отчёт по практическому занятию 1
	Пр2	Расчёт вакуум-кристаллизатора: определение давления в испарителе, производительности установки по кристаллической фазе, расхода испаряемой воды, диаметра кристаллорастителя и основных параметров испарителя.	3	4	-	-	Отчёт по практическому занятию 2
	Сам1	Изучение теоретического материала. Подготовка отчётов по практическим занятиям 1-2	3	8	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Мембранное разделение	Лек2	Процессы мембранного разделения смесей. Физическая сущность процесса и его применение в химической технологии. Проницаемость и селективность процесса. Основные методы мембранного разделения. Виды мембран. Влияние различных факторов на процессы мембранного разделения смесей. Аппаратура для мембранного разделения. Схема расчёта аппаратов с полупроницаемой мембраной.	3	2	-	-	
	Пр3	Расчёт установки обратного осмоса: определение степени концентрирования на ступени обратного осмоса, приближённый расчёт поверхности мембран, секционирование аппаратов в установке.	3	4	-	-	Отчёт по практическому занятию 3
	Пр4	Расчёт установки обратного осмоса: расчёт наблюдаемой селективности мембран, уточнённый расчёт поверхности мембран, расчёт гидравлического сопротивления.	3	4	-	-	Отчёт по практическому занятию 4
	Сам2	Изучение теоретического материала. Подготовка отчётов по практическим занятиям 3-4	3	8	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Холодильные установки	Лек3	Термодинамические основы получения холода. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент. Методы получения низких температур. Умеренное охлаждение. Паро- и газо-компрессионные, абсорбционные, пароводяные эжекторные и водоиспарительные холодильные машины.	3	2	-	-	
	Пр5	Расчёт компрессионной холодильной установки: определение холодильной мощности и температурного режима установки, расчёт холодильного цикла.	3	4	-	-	Отчёт по практическому занятию 5
	Пр6	Расчёт компрессионной холодильной установки: расчёт и подбор холодильного оборудования.	3	4	-	-	Отчёт по практическому занятию 6
	Сам3	Изучение теоретического материала. Подготовка отчётов по практическим занятиям 9-12	3	8	-	-	
	Лек4	Глубокое охлаждение. Минимальная работа сжижения газа. Каскадное охлаждение с применением промежуточных холодильных агентов. Циклы с дросселированием газа. Циклы с расширением газа в детандере.	3	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Холодильные установки	Пр7	Расчёт компрессионной холодильной установки: расчёты контура хладоносителя, системы обратного водоохлаждения, тепловой изоляции.	3	4	-	-	Отчёт по практическому занятию 7
	Пр8	Расчёт компрессионной холодильной установки: определение параметров рабочего режима холодильной установки, её энергетической эффективности.	3	4	-	-	Отчёт по практическому занятию 8
	Сам4	Изучение теоретического материала. Подготовка отчётов по практическим занятиям 7-8	3	8	-	-	
	Контроль	Подготовка к экзамену	3	35,65	-	-	
	ПА	Экзамен	3	0,35			Экзамен
Итого:				108	-		

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 и практические занятия, самостоятельная работа. На лекциях в основном используются наглядные и словесные методы обучения, а на практических 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

1. Рассмотреть физические, физико-химические, гидромеханические, тепловые, массообменные основы процессов химической технологии.
2. Сформировать представления об особенностях конструкции химических аппаратов и оборудования.
3. Закрепить умения и навыки расчёта химического оборудования.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-4	Отчёты по практическим занятиям 1-8 Вопросы к экзамену 1-24

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

7.2.1. Отчёт по практическому занятию

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Расчёт вакуум-кристаллизатора

Рассчитать вакуум-кристаллизатор с псевдоожиженным слоем для кристаллизации сульфата магния из водного раствора по следующим данным: производительность по исходному раствору – G_n кг/ч; содержание сульфата магния в исходном растворе – Y_n % масс.; температура исходного раствора – t_n °C; температура маточного раствора на выходе из кристаллизатора – t_k °C; средний размер кристаллов – r м.

Расчёт установки обратного осмоса

Рассчитать установку для концентрирования обратным осмосом G_n кг/с водного раствора хлорида кальция от концентрации c_n % масс. до c_k % масс. Потери соли с пермеатом не должны превышать 10% от её количества, содержащегося в исходном растворе.

Расчет компрессионной холодильной установки

Рассчитать компрессионную холодильную установку для конденсации паров толуола из газовой смеси азот – толуол при следующих условиях: массовый расход газовой смеси – m_r кг/с; температура, давление и состав исходной смеси соответственно – t_r °C, P_r МПа, x мол. долей толуола; степень извлечения толуола $\geq 0,9$; система охлаждения технологических аппаратов – централизованная с промежуточным хладоносителем; система водоохлаждения – обратная с вентиляторными градирнями; рабочее тело холодильной машины – аммиак.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» по практическому занятию выставляется, если подготовлен полный отчет по выполнению задания, в котором все параметры рассчитаны безошибочно.
- оценка «не зачтено», если отчет по выполнению задания не оформлен или содержит отдельные параметры, рассчитанные неправильно либо неточно.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Сущность процесса кристаллизации.
2	Равновесие при кристаллизации.
3	Способы проведения кристаллизации.
4	Влияние условий кристаллизации на размер кристаллов.
5	Типы кристаллизаторов.
6	Материальный и тепловой балансы кристаллизации.
7	Сущность процессов мембранного разделения.
8	Проницаемость и селективность процесса мембранного разделения.
9	Виды мембран.
10	Основные методы мембранного разделения.
11	Влияние различных факторов на процесс мембранного разделения смесей.
12	Аппараты для мембранного разделения смесей.
13	Схема расчёта аппарата с полупроницаемой мембраной.
14	Термодинамические основы получения холода.
15	Методы искусственного охлаждения.
16	Паро- и газокompрессионные холодильные машины.
17	Абсорбционные холодильные машины.
18	Пароводяные эжекторные холодильные машины.
19	Водоиспарительные холодильные машины.
20	Разделение газов их сжижением и ректификацией.
21	Затраты работы на сжижение газов.
22	Каскадное охлаждение газов.
23	Основные циклы глубокого охлаждения: циклы с дросселированием газа.
24	Основные циклы глубокого охлаждения: циклы с расширением газа в детандере.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Экзамен (устно)	«отлично»	оценка «отлично» выставляется, если экзаменуемый правильно, четко и в полном объеме изложил теоретический материал, проявив полную самостоятельность и творческий подход при обосновании утверждений
		«хорошо»	оценка «хорошо» выставляется, если ответ в целом отвечает требованиям к оценке «отлично», но проверяемый допускал отдельные неточности, вызвал необходимость дополнительных (уточняющих) вопросов и дал на них правильные ответы
		«удовлетворительно»	оценка «удовлетворительно» выставляется, если проверяемый показал при ответе знания основного учебного материала, но затруднялся подтвердить теоретические положения конкретными примерами или обосновать их, докладывал материал недостаточно четко, иногда требовал наводящих вопросов
		«неудовлетворительно»	оценка «неудовлетворительно» выставляется, если проверяемый допускал грубые ошибки при ответе на поставленные вопросы, не знал порядок применения полученных знаний на практике

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	Разинов А.И., Клинов А.В., Дьяконов Г.С.	Процессы и аппараты химической технологии	Учебник	2022	ЭБС «Лань»
2	Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.; под ред. В.Ф. Фролова.	Массообменные процессы химической технологии	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRbooks»
3	Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.	Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи)	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	Потехин В.М., Потехин В.В.	Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRbooks»
2	Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С. В..	Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
3	Макаренков Д.А., Назаров В.И., Баринский Е.А.	Процессы и аппараты химических технологий	Учебное пособие	2016	ЭБС «Znanium.com»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- <http://www.sciencedomain.org/archives.php?iid=1160&id=16> - архив рецензируемого журнала *American Chemical Science Journal*, посвященного общим вопросам химии в следующих предметных областях: органическая химия, неорганическая химия, физическая химия, промышленная химия, химическая технология, аналитическая химия, медицинская химия, супрамолекулярная химия высокомолекулярных соединений и нанохимия и др. прикладных дисциплинах химической науки.
- <http://www.epo.org/searching/free.html> - библиотека патентов
<https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf> - поиск по международным и национальным патентным фондам, поиск как на русском, так и на других языках.
- Теоретические основы химической технологии — Режим доступа к журн.: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>
- International Journal of Industrial Chemistry — Режим доступа к журн.: <http://www.industchem.com>
- Химия в интересах устойчивого развития — Режим доступа к журн.: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur>
- **Бутлеровские сообщения.** Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>
- **Химия в интересах устойчивого развития.** В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>
- **Oriental Journal Of Chemistry.** Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>
- **Теоретические основы химической технологии.** Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам теплообмена, 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>
- **Chemical and Process Engineering Research.** Журнал на английском языке Международного института по науке, технологиям и образованию (International Institute for Science, Technology and Education) (США, Великобритания, Гонконг). Публикует оригинальные статьи, касающиеся различных аспектов химического машиностроения, в том числе, управление процессами и контрольно-измерительными приборами данного производства. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/CPER/issue/archive>
- **Journal of Advanced Chemical Engineering.** Научный рецензируемый и реферируемый журнал открытого доступа. Страна: Египет. Язык: английский. Публикует оригинальные исследования, обзорные статьи, короткие сообщения в области химического машиностроения, современных материалов, биохимии. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.ashdin.com/journals/published.aspx?jid=jace>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	бессрочная
2	Office Standart	бессрочная

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 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	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-307)	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (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	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения	Столы ученические, стол преподавательский, стулья ученические, доска аудиторная (маркерная), ПК с

№ 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
	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-812)	выходом в сеть Интернет.
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры