

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

Б1.В.ДВ.03.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология производства капролактама и полиамида

(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: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	12	12
Лабораторные	12	12
Практические	12	12
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	36,25	36,25
Самостоятельная работа	71,75	71,75
Контроль	-	-
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 18.03.01 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 – формирование базы теоретических знаний в области протекания реакций и основ технологий всех стадий получения капролактама и полиамида для комплексной научной и производственной деятельности.

Задачи:

1. Рассмотреть химизм, механизм, кинетические и термодинамические закономерности основных реакций всех стадий получения капролактама и полиамида.
2. Рассмотреть технологические схемы получения всех промежуточных продуктов в производстве капролактама и полиамида, выделения побочных продуктов и очистки готовой продукции.
3. Сформировать способности сравнительного анализа существующих процессов и выбора наиболее рациональной технологической схемы получения капролактама и полиамида, учитывая принципы энергосбережения и рационального использования сырья в химической технологии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (часть, формируемая участниками образовательных отношений).

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии», «Химическая технология органических веществ», «Химия и физика высокомолекулярных соединений».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (преддипломная практика)», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-7. Способен разрабатывать и совершенствовать технологии производства продукции	ПК-7.1. Разрабатывает и совершенствует технологии производства капролактама и полиамида	Знать: – химизм, технологические схемы и параметры процессов получения капролактама и полиамида при использовании в качестве исходного сырья бензола и фенола.
		Уметь: – анализировать информацию и разрабатывать принципиальные технологические схемы и схемы материальных потоков производств капролактама и полиамида.

		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками основных инженерных расчетов, разработки технологических схем и подбора оборудования в производствах капролактама и полиамида.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Технология получения капролактама	Лек	Лекция №1. Введение. Сырье, способы получения капролактама, волокна и пластмассы на его основе. Современное состояние производства капролактама. Гидрирование бензола.	8	2	-	-	
	Пр	Практическая работа №1 Материальный баланс стадий получения циклогексанона (гидрирование, окисление, дегидрирование).	8	4	-	4	Отчет о выполнении практического задания
	Лек	Лекция №2. Окисление циклогексана. Дегидрирование циклогексанола.	8	2	-	-	
	Пр	Практическая работа № 2: Получение циклогексанона из циклогексанола. Материальный и тепловой баланс.	8	4	-	4	Отчет о выполнении практического задания
	Пр	Лабораторная работа № 1: Определение цвета 50%-ного водного раствора капролактама спектрофотометрически	8	4	-	4	Отчет о выполнении лабораторной работы
	Лек	Лекция №3. Разделение оксидата с выделением побочных и целевых продуктов. Нейтрализация и омыление кислот и сложных эфиров.	8	2	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2 Очистка капролактама и технология получения полиамида	Лек	Лекция №4. Получение гидроксиламинсульфата. Оксимирование циклогексанона. Экстракция солей органических кислот из реакционной смеси	8	2	-	-	-
	Лаб	Лабораторная работа №2: Определение массовой доли низкомолекулярных соединений в водных растворах капролактама. Материальный баланс стадии очистки капролактама.	8	4	-	4	Отчет о выполнении лабораторной работы
	Лек	Лекция № 5. Перегруппировка циклогексаноноксима. Переработка лактамного масла. Очистка ионообменными смолами. Выпаривание. Дистилляция и ректификация капролактама.	8	2	-	-	
	Лаб	Лабораторная работа №3: Изучение и анализ ИК – спектров капролактама	8	4	-	4	Отчет о выполнении лабораторной работы
	Лек	Лекция № 6. Переработка капролактама в полиамид.	8	2	-	-	
	Пр	Практическая работа №3: Изучение нормативно-технической документации, технических требований и методов испытаний, регламентирующих процесс производства полиамида	8	4	-	4	Отчет о выполнении практического задания
	СР	Подготовка отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам.	8	71,75	-		

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	ПА	Промежуточная аттестация	8	0,25	-		
Итого:				108			

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используются следующие технологии:

- технология традиционного обучения, включающая лекции, практические и лабораторные работы, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Форма текущего контроля – отчет по практическим и лабораторным работам;
- технология обучения с применением интерактивных форм, включающая лекции с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления;
- технология модульного обучения, которая предусматривает проведение занятий при использовании следующих форм обучения: практическое занятие с решением ситуационных задач и обсуждением результатов деятельности;
- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных и мультимедийных технологий.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Модуль 1. Технология получения капролактама	Научные основы и технология процесса гидрирования бензола до циклогексана.
	Научные основы и технология процесса гидрирования фенола до циклогексанола.
	Научные основы и технология процесса гидрирования фенола до циклогексанона.
	Научные основы и технология процесса окисления циклогексана до циклогексанола и циклогексанона.
	Научные основы и технология процесса выделения целевых и побочных продуктов из эпоксида.
	Научные основы и технология процесса дегидрирования циклогексанола до циклогексанона.
	Научные основы и технология процесса получения гидроксиламинсульфата.
	Научные основы и технология процесса оксимирования циклогексанона гидроксиламинсульфатом с получением циклогексанон оксима.
Модуль 2. Очистка капролактама и технология получения полиамида	Научные основы и технология процесса перегруппировки циклогексанон оксима в капролактамы.
	Аналитический контроль производства капролактама
	Процессы и технологии получения полиамида, химизм, механизм, катализатор, термодинамические и кинетические закономерности протекания основных реакций.
	Переработка капролактама в полиамид.
	Аналитический контроль производства полиамида

Вопросы для собеседования по разделам дисциплины:

№ п/п	Вопросы
	Модуль 1

1	Основные виды сырья для получения капролактама
2	Химия и технология гидрирования бензола
3	Каталитическое окисление циклогексана
4	Нейтрализация моно- и дикарбоновых кислот
5	Омыление сложных эфиров
6	Выделение циклогексана
7	Получение спиртовой фракции
8	Ректификационная очистка циклогексанола и циклогексанона
9	Процесс дегидрирования циклогексанола в циклогексанон
10	Химия и технология получения гидросиламинсульфата каталитическим восстановлением окиси азота
11	Двуступенчатое оксимирование циклогексанона
12	Изомеризация циклогексаноноксима в капролактамы
13	Экстракция капролактама из лактамного масла органическим растворителем
14	Резэкстракция капролактама водой
15	Ионообменная очистка водного раствора капролактама
16	Выпаривание водных растворов капролактама
Модуль 2	
17	Технология получения аммиачной воды
18	Очистка капролактама методами дистилляции и ректификации
19	Теоретические основы полимеризации капролактама
20	Переработка полиамида в волокна, пленки и инженерные пластики

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
8	ПК-7.1	Вопросы к зачету № 1-50 Отчёты по практическим занятиям 1-3 Отчёты по лабораторным работам 1-3

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

7.2.1. Отчеты по практическим заданиям *(наименование оценочного средства)*

Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

Практическая работа № 1 «Материальный баланс стадий получения циклогексанона (гидрирование, окисление, дегидрирование). Технологические особенности процесса окисления и его механизм»

1. Условие задания.
2. Подробный ход решения задания.
3. Значения итоговых (искомых) величин, сформулированный ответ или графическую схему.
4. Таблицу материального баланса.
5. Выводы по работе.

Практическая работа № 2 «Получение циклогексанона из циклогексанола. Материальный и тепловой баланс»

Отчет должен содержать:

1. Условие задания.
2. Подробный ход решения задания.
3. Значения итоговых (искомых) величин, сформулированный ответ или графическую схему.
4. Таблицу материального баланса.
5. Таблицу теплового баланса.
6. Выводы по работе.

Практическая работа № 3 «Изучение нормативно-технической документации, технических требований и методов испытаний, регламентирующих процесс производства полиамида»

Отчет должен содержать:

1. Перечень нормативно-технических документов.
2. Технические требования по качеству.
3. Перечень методов испытаний готовой продукции.
4. Выводы по работе.

7.2.2. Отчеты по лабораторным работам *(наименование оценочного средства)*

Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

Лабораторная работа № 1 «Определение цвета 50%-ного водного раствора капролактама спектрофотометрически.»

Отчет должен содержать:

1. Условие задания.
2. Подробный ход решения задания.
3. Значения итоговых (искомых) величин, сформулированный ответ или графическую схему.
4. Выводы по работе

Лабораторная работа №2 «Определение массовой доли низкомолекулярных соединений в водных растворах капролактама. Материальный баланс стадии очистки капролактама»

Отчет должен содержать:

1. Условие задания;
2. Подробный ход решения задания;
3. Значения итоговых (искомых) величин, сформулированный ответ или графическую схему;
4. Таблицу материального баланса.
5. Выводы по работе

Лабораторная работа № 3 «Изучение и анализ ИК-спектров капролактама»

Отчет должен содержать:

1. Условие задания.
2. Подробный ход решения задания.
3. Значения итоговых (искомых) величин, сформулированный ответ или графическую схему.
4. Выводы по работе.

Темы письменных работ (не предусмотрены)

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 8

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Способы получения капролактама. Отличия технологических цепочек.
2.	Сырье для получения капролактама. Требования к чистоте. Аналитический контроль
3.	Каталитическое газофазное гидрирование бензола
4.	Выбор катализатора гидрирования бензола
5.	Механизм гидрирования бензола
6.	Технологическая схема процесса гидрирования бензола
7.	Жидкофазное окисление циклогексана кислородом воздуха
8.	Механизм жидкофазного окисления углеводородов
9.	Особенности низкотемпературного окисления. Низкотемпературные катализаторы
10.	Особенности высокотемпературного окисления. Высокотемпературные катализаторы
11.	Энергоэффективное производства циклогексанона. Особенности некаталитического окисления и каталитического разложения перекисей.
12.	Технологическая схема процесса окисления циклогексана

13.	Побочные продукты процесса окисления циклогексана
14.	Технологическая схема процесса нейтрализации оксидата
15.	Механизм процесса нейтрализации оксидата
16.	Разделение продуктов окисления циклогексана методом ректификации
17.	Дегидрирование циклогексанола
18.	Механизм дегидрирования циклогексанола
19.	Технологическая схема процесса дегидрирования циклогексанола
20.	Получение гидроксиламинсульфата каталитическим восстановлением окиси азота водородом
21.	Технологическая схема процесса получения гидроксиламинсульфата
22.	Оксимирование циклогексанона
23.	Технологическая схема процесса оксимирования
24.	Изомеризация циклогексаноноксида в капролактаме
25.	Технологическая схема процесса изомеризации циклогексаноноксида
26.	Переработка лактамного масла
27.	Ионообменная очистка водного раствора капролактама
28.	Технологическая схема выпаривания водных растворов капролактама
29.	Дистилляция и ректификация капролактама
30.	Использование капролактама и полимеров на его основе в хозяйственной деятельности
31.	Отходы производства, образующиеся при получении капролактама окислительным методом
32.	Термическое обезвреживание отходов
33.	Способы переработки щелочного стока
34.	Способы переработки Х-масла
35.	Способы переработки спиртовой фракции
36.	Технология получения капролактама из фенола
37.	Технология получения капролактама из анилина
38.	Технология получения капролактама из толуола
39.	Переработка капролактама в полиамид. Условия и способы полимеризации
40.	Применение полиамида в хозяйственной деятельности.
41.	Технология получения волокон на основе полиамида
42.	Аналитический контроль стадии гидрирования бензола.
43.	Аналитический контроль стадии окисления циклогексана.
44.	Аналитический контроль стадии разделения продуктов окисления циклогексана методом ректификации.
45.	Аналитический контроль стадии оксимирования циклогексанона
46.	Аналитический контроль стадии изомеризации циклогексанон оксида в капролактаме
47.	Аналитический контроль стадии ионообменной очистки водного раствора капролактама
48.	Аналитический контроль стадии дистилляции и ректификации капролактама
49.	Экологические аспекты производства капролактама
50.	Экологические аспекты производства полиамида

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
8	Зачет (устно)	«зачтено»	Подготовлены отчеты по практической работе и изложены соответствующие теоретические положения, относящиеся ко всем работам. Необходимо ответить не менее чем на 5 вопросов, заданных преподавателем.
		«не зачтено»	Неверно проведены расчеты, не изложены соответствующие теоретические положения даже по одной из практических работ. Студент отвечает менее чем на 5 вопросов, заданных преподавателем.

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	Тупикин Е. И.	Общая нефтехимия	учебное пособие	2021	ЭБС «Лань»
2	Жуков А.Ф., Кузнецов В.В., Саморукова О.Л., Тимербаев А.Р.	Химические методы анализа	учебник	2023	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Бруяко М. Г.	Химия и технология полимеров	учебное пособие	2019	ЭБС "IPRbooks"
4	Сутягин В. М.	Общая химическая технология полимеров	учебное пособие	2018	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	Авдякова О.С., Капустин П.П., Сабитов С.С.	Химия и технология капролактама	лабораторный практикум	2015	Библиотека ТГУ
2	Семчиков Ю. Д.	Введение в химию полимеров	учебное пособие	2014	ЭБС "Лань"
3	Кулезнев В.Н.	Химия и физика полимеров	учебное пособие	2014	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- – *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>

- *Химия растительного сырья*

В журнале публикуются оригинальные научные сообщения, обзоры, краткие сообщения и письма в редакцию, посвященные химии процессов, происходящих при глубокой химической переработке как растительного комплекса в целом, так и отдельных его компонентов, созданию принципиально новых эффективных технологических процессов комплексной переработки растительного сырья или усовершенствованию действующих. **Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ.** Доступен полнотекстовый архив с 1997 года: <http://www.chem.asu.ru/chemwood/>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standart Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	Office Standart (Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно)
3	MathCAD версия 14 или 15	Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09), бессрочный
4	DreamSpark в составе: Microsoft Visio; Microsoft Visual Studio; Microsoft Access; Microsoft Project	652/2014 от 07.07.2014 Продлен до 01.07.2023.
5	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 234/10/21-К от 19.10.2021, срок действия – до 01.03.2022

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	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 .
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-304	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая).
4	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	Переносной проектор, экран, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет.

№ 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
	консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. УЛК-203	
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет