

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
Султанова Д.Ш.  
«07» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине  
Теория химико-технологических процессов органического синтеза

Специальности 33.05.01 Фармация  
Специализация Промышленная фармация  
Квалификация выпускника Провизор  
Форма обучения ОЧНАЯ  
Институт, факультет Инженерный химико-технологический институт,  
Факультет энергонасыщенных материалов и изделий  
Кафедра-разработчик рабочей программы: Химии и технологии органических  
соединений азота  
Курс, семестр 3 курс, 5 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	36	1
Контроль самостоятельной работы	18	0,5
Самостоятельная работа	45	1,25
Форма аттестации экзамен	27	0,75
Всего	144	4

Казань, 2021

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки от 27.03.2018г. № 219) по направлению подготовки 33.05.01 - «Фармация» на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:  
доцент каф. ХТОСА



Ю.Б. Баранова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТОСА, протокол № 13 от 11.05.2021 г.

Зав. кафедрой



Р.З. Гильманов

УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМЦ,  
доцент



Л.А. Китаева

## **1. Цели и задачи дисциплины, её место в учебном процессе**

### **2.**

Целями преподавания дисциплины Теория химико-технологических процессов органического синтеза являются

а) формирование системы компетенций в области использования полученных теоретических знаний, закономерностей химико-технологических процессов для реализации технологических параметров, выборе реактора, при анализе, развитии и совершенствовании работы действующих химических производств.

б) формирование практических навыков использования знаний в области основ технологии тонкого органического синтеза, а именно производства химико-фармацевтических препаратов, своеобразия этой отрасли, способов переработки сырья в готовое лекарство наиболее эффективным, экономичным, и безопасным методом.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Теория химико-технологических процессов органического синтеза относится к дисциплинам обязательной части ООП и формирует у студентов по специальности 33.05.01 Фармация набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины специалист должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика
- б) Общая и неорганическая химия
- в) Органическая химия
- г) Физическая химия
- д) Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
- е) Процессы и аппараты химической технологии

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» могут быть использованы при изучении следующих дисциплин:

- а) Химическая технология органических веществ
- б) Технология производства лекарственных веществ
- в) Производство лекарственных форм

А также при прохождении производственной и преддипломной практик, выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных

препаратов

ОПК-1.10 Знает классы, физические, биологические и терапевтические свойства, строение лекарственных веществ, природу химической связи в различных классах химических соединений, фармацевтическую технологию и операции производства лекарственных веществ и лекарственных форм

ОПК-1.11 Умеет применять законы, химизм, синтез основных химических процессов и технологию основных исходных веществ органического синтеза, протекающих в производстве лекарственных веществ, находить причины разбалансированности технологического процесса, проводить фармацевтический анализ лекарственных препаратов и лекарственного сырья с использованием фармакопейных методов

ОПК-1.12 Владеет навыками управления химико-технологическим процессом изготовления лекарственных препаратов и веществ, комплексом физических, химических и физико-химических, биофармацевтических методов исследования лекарственных средств для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

- 1) знать:
  - а) какие причины могут стоять за возможной разбалансированностью технологического процесса,
  - б) какие мероприятия необходимо реализовать для того, чтобы вернуть процесс в состояние нормальной работы.
- 2) уметь:
  - а) направить полученные знания на успешное управление химико-технологическим процессом,
  - б) недопущение ситуаций, когда снижаются производительность реактора и качество полученной продукции
  - в) разработать и осуществлять мероприятия по оптимизации процессов, по повышению безопасности и экологичности процесса.
- 3) владеть:
  - а) навыками разработки химической схемы синтеза, выбора метода очистки целевого соединения;
  - б) методами ведения процесса синтеза, исключая образование брака, побочных продуктов, аварийных ситуаций;
  - в) навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом;
  - г) методами составления технологического регламента новых производств.

#### 4. Структура и содержание дисциплины Теория химико-технологических процессов органического синтеза.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной Работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции и	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Введение. Стратегия химико-технологических расчетов	5	1	18	1	3	Лабораторная работа
2	Концептуальные основы установления механизма химической реакции	5	3	12	3	7	Лабораторная работа
3	Расчеты термодинамических параметров	5	2	-	2	7	Реферат
4	Реактор как главный аппарат технологической установки	5	3	-	3	7	Реферат
5	Основы теории надежности технологических систем	5	3	-	3	7	Реферат
6	Функциональная устойчивость химических реакторов и их безаварийность	5	3	-	3	7	Реферат
7	Макрокинетические аспекты промышленных процессов	5	3	6	3	7	Лабораторная работа Тест
<b>ИТОГО</b>			18	36	18	45	
Форма аттестации				Очная форма: экзамен (27 ч)			

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций**

<b>№</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Тема лекционного занятия</b>	<b>Краткое содержание</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
1	Введение. Стратегия химико-технологических расчетов	1	Цель, задачи и содержание курса. Характеристика химических процессов.	Определение механизма реакции как ключевого момента для расчета химико-технологических параметров процесса для осуществления его внедрения в промышленность. Стехиометрия и скорость химической реакции	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
2	Концептуальные основы установления механизма химической реакции	3	Влияние температуры на скорость химической реакции	Подбор и проверка кинетических моделей с использованием принципа стационарности концентраций промежуточных веществ, закон Аррениуса использование энергии активации в концепции переходного состояния при протекании химической реакции, расчет энергии активации для реакций у которых механизм не определен Изокинетическая температура	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
3	Расчеты термодинамических параметров	2	Кинетический и термодинамический контроль процесса	Самопроизвольные химические реакции. Энтропия как мера вероятности протекания химических реакций. Универсальный подход в оценке возможностей самопроизвольного хода химических реакций. Кинетический и термодинамический контроль процесса	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
4	Реактор как главный	3	Химические реакторы	Основные требования к промышленным	ОПК-1.10 ОПК-1.11

	аппарат технологической установки			реакторам Реакторы периодического и непрерывного действия, сравнение экономических показателей работы реакторов. Выбор реактора и селективность	ОПК-1.12
5	Основы теории надежности технологических систем	3	Создание технологической системы с определенным уровнем надежности	Элементы теории надежности, базовые понятия. Применение теории надежности к оценке работы химических реакторов. Анализ влияния уровня экономических затрат на обеспечение заданной степени надежности технологической установки. Пути повышения надежности технологической установки.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
6	Функциональная устойчивость химических систем и реакторов и их безаварийность	3	Опасные процессы в химической технологии. Пути повышения надежности работы	Резервирование как один из важнейших путей обеспечения надежности установки. Виды опасных возмущений при проведении ряда процессов. Пути их предупреждения. Факторы, определяющие безаварийность технологических процессов. Человеческий фактор в правильной эксплуатации технологической установки.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
7	Макрокинетические аспекты промышленных процессов	3	Особенности протекания процессов на микро- и макроуровнях	Протекание процессов на микро- и макроуровнях сходство и различие. Создание математической модели производства. Основы теории оптимизации	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12

## 6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

Практические занятия по дисциплине Теория химико-технологических процессов органического синтеза учебным планом не предусмотрено.

## 7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом подготовки специалистов по специальности 33.05.01-Фармация предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Теория химико-технологических процессов органического синтеза». Целью проведения лабораторных занятий является освоение приёмов подбора наилучших параметров химической реакции в соответствии с матрицей планирования эксперимента, обработка результатов с целью получения уравнения регрессии проведение проверки адекватности полученной математической модели.

Режим проведения занятий - один раз в неделю по расписанию.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение. Стратегия химико-технологических расчетов	6	Техника безопасности в лаборатории синтеза. Работа в группах. Объяснение концепции проведения лабораторных работ как единого целого комплекса по изучению влияния параметров химической реакции окисления толуола на конверсию и чистоту продукта реакции - бензойной кислоты в соответствии с матрицей планирования для двухфакторного эксперимента.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
		6	Синтез бензойной кислоты в соответствии с матрицей планирования для двухфакторного эксперимента, изменяя параметр реакции (время)	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
		6	Синтез бензойной кислоты в соответствии с матрицей планирования для двухфакторного эксперимента, изменяя параметр реакции (время)	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
2	Концептуальные основы установления механизма химической реакции	6	Проверка достигнутой чистоты полученного продукта анализами.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
		6	Проверка адекватности полученного уравнения регрессии. Проведение экспериментального синтеза на основании полученной модели.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12

3	Макрокинетические аспекты промышленных процессов	6	Обработка экспериментальных данных. Доказательство структуры полученного соединения. Проверка достигнутой чистоты полученного продукта анализами. Вывод об адекватности выдвинутой математической модели.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
---	--	---	---	----------------------------------

*\*Лабораторные работы проводятся в помещении лабораторий И-255 И-260, а также в помещении компьютерного класса № 285 кафедры ХТОСА ФГБОУВО «КНИТУ».*

## 8. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Стратегия химико-технологических расчетов	3	Подготовка к лабораторной работе.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
2	Концептуальные основы установления механизма химической реакции	7	Подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
3	Расчеты термодинамических параметров	7	Написание реферата	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
4	Реактор как главный аппарат технологической установки	7	Написание реферата	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
5	Основы теории Надежности технологических систем	7	Написание реферата	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
6	Функциональная устойчивость химических реакторов и их безаварийность	7	Написание реферата	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
7	Макрокинетические аспекты промышленных процессов	7	Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к тестированию.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Стратегия химико-технологических расчетов	1	Проверка лабораторной работы.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
2	Концептуальные основы установления механизма химической реакции	3	Проверка лабораторной работы.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12

3	Расчеты термодинамических параметров	2	Прием реферата	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
4	Реактор как главный аппарат технологической установки	3	Прием реферата	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
5	Основы теории Надежности технологических систем	3	Прием реферата	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
6	Функциональная устойчивость химических реакторов и их безаварийность	3	Прием реферата	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12
7	Макрокинетические аспекты промышленных процессов	3	Проверка лабораторной работы. Проверка тестов.	ОПК-1.10 ОПК-1.11 ОПК-1.12

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» используется рейтинговая система оценки знаний бакалавров на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний и обеспечения качества учебного процесса»

При изучении указанной дисциплины предусматривается выполнение одной контрольной работы, написания реферата, теста.

За эти контрольные точки бакалавр может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Реферат	1	12	15
Лабораторная работа	6	12	30
Тест	1	12	15
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

### 10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

**11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины  
«Теория химико-технологических процессов органического синтеза»  
11.1 Основная литература**

Основные источники информации	Количество экз.
Теория химико-технологических процессов органического синтеза: учебное пособие / И.З.Илалдинов, В.И.Гаврилов; М-во образ, и науки России, Казан.нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : изд-во КНИТУ, 2012.-144 с.	69 экз. в УНИЦ в электронной библиотеке УНИЦ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Ilaldinov-Gavrilov-Teoria-НТР.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Ilaldinov-Gavrilov-Teoria-НТР.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
Бухаров, С.В. Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза [Электронный ресурс]: учеб, пособие / Казан, нац. исслед. технол. ун-т; С.В. Бухаров, Г.Н. Нугуманова Казань:	70 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/bukharov-khimiya.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/bukharov-khimiya.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
Заиков, Г.Е. Химическая кинетика. Теория и практика [Электронный ресурс]: учеб, пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т ; Г.Е. Заиков [и др.] .— Казань : КНИТУ, 2013	70 экз. в УНИЦ ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/53687">https://e.lanbook.com/book/53687</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

**11.2 Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экз.
Органическая химия/НайденкоЕ.С. - Новосибир.: НГТУ, 2014.-91 с.	. ЭБС «Znanium.com» <a href="http://znanium.com/go.php?id=549401">http://znanium.com/go.php?id=549401</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-	. ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/168613">https://e.lanbook.com/book/168613</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Основы органической химии : учебное пособие / М. Г. Сафаров, Ф. А. Валеев, В. Г. Сафарова, Л. Х. Файзуллина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 532 с.	. ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/113905">https://e.lanbook.com/book/113905</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Закгейм. А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва : Логос, 2014. — 304 с.	ЭБС IPRSmart <a href="https://www.iprbookshop.ru/66419.html">https://www.iprbookshop.ru/66419.html</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

Острейковский, В. А. Теория надежности [Электронный ресурс] : Учеб. для вузов / В. А. Острейковский. - Москва : Высш. шк., 2003. - 463 с.: ил.	. ЭБС «Znanium.com» <a href="https://znanium.com/catalog/document?pid=487996#bib">https://znanium.com/catalog/document?pid=487996#bib</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
--	--

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» рекомендуется использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС IPRSmart: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

Согласовано  
УНИЦ КНИТУ



### 11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Электронная база данных Knovel доступ IP-адресов КНИТУ  
<https://app.knovel.com/web>
2. Sci Guide научные ресурсы в открытом доступе  
[www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0609.ssi](http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0609.ssi)
3. Anchem.ru. Доступ свободный <http://www.anchem.ru/literature/books>
4. Российские базы данных. Электронная библиотека учебных материалов по химии. Доступ свободный  
[www.chem.msu.ru/rus/library/rusdbs.html](http://www.chem.msu.ru/rus/library/rusdbs.html)

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук),
  2. Столы, стулья, вытяжные шкафы
  3. Весы лабораторные, плитки электрические, колба нагретель
  4. Шейкер, рефрактометр,
  5. ИК-Фурье, прибор определения температуры;
- техническими средствами обучения:

1. Слайды.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой: мониторы и процессоры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза»:

1. Microsoft Windows 10,
2. Microsoft Office 2016,
3. Антивирус 360TotalSecurity,
4. Браузеры Google Chrome, Opera,
5. просмотрщик pdf-файлов Adobe Reader,
6. архиватор 7-Zip,
7. утилита очистки CCleaner

## **13. Образовательные технологии**

Объем занятий в интерактивной форме составляет 10 часов.

При обучении дисциплине «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» используются следующие образовательные технологии:

- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция - пресс-конференция, мини-лекция).