

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 31.10.2024 13:59:47  
Уникальный программный ключ:  
d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb7cddb840af0

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Пермская государственная фармацевтическая академия»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации**

Кафедра общей и органической химии

*(наименование кафедры)*

УТВЕРЖДЕНА

решением кафедры

Протокол от «13» июня 2024 г.

№ 9

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.25 Теория химико-технологических процессов

*(индекс, наименование дисциплины, в соответствии с учебным планом)*

Б1.О.25 ТХТП

*(индекс, краткое наименование дисциплины)*

18.03.01 - Химическая технология

*(код, наименование направления подготовки (специальности))*

Химическая технология лекарственных средств

*(направленность(и) (профиль (и)/специализация(ии))*

Бакалавр

*(квалификация)*

Очная

*(форма(ы) обучения)*

Год набора – 2025

Пермь, 2024 г.

**Автор(ы)–составитель(и):**

ассистент кафедры общей и органической химии Дубровин А.Н.

канд. фармацевт. наук, доцент кафедры общей и органической химии Лиманский Е.С.

Заведующий кафедрой общей и органической химии д-р хим. наук, проф.  
Гейн В.Л.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП .....	5
3. Содержание и структура дисциплины .....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине .....	7
5. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине .....	12
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы .....	12

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</b>
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.	ИДОПК-2.1	Использует знания в области математики для решения задач в профессиональной деятельности.	На уровне знаний: Имеет представление о теоретических основах физических, физико-химических и химических процессов, основные положения теории химического строения веществ; основные понятия и законы физической химии и химической термодинамики;
		ИДОПК-2.3	Систематизирует и анализирует результаты физико-химических и химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	основные типы, конструктивные особенности и принцип работы технологического оборудования производства; основы теплотехники, теплопередачи, выпаривания; технологические системы основных химических производств и их аппаратурное оформление; принципы создания малоотходных технологических процессов. На уровне умений: выполнять материальные и энергетические расчеты технологических показателей химических производств; определять оптимальные условия проведения химико-технологических процессов; обосновывать целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования; составлять и делать описания технологических схем

				химических процессов;
--	--	--	--	-----------------------

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.25 Теория химико-технологических процессов относится к базовой части ОПОП ВО, осваивается обучающимися на 3 курсе (5 семестр) в соответствии с учебным планом, общей трудоёмкостью 180 ч. / 5 з. е.

## 3. Содержание и структура дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины (модуля), час.					Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СР	
			Л	ЛЗ	ПЗ		
<i>Очная форма обучения</i>							
<i>Семестр № 5</i>							
Тема 1	Введение. Предмет "Теория химико-технологических процессов"	6	2	-	4	-	С
Тема 2	Понятие и структура химико-технологического процесса (ХТП)	8	2	-	4	2	С
Тема 3	Влияние кинетики химических реакций на выбор технологического режима	8	2	-	4	2	КР
Тема 4	Гомогенные и гетерогенные ХТП	10	2	-	4	4	С
Тема 5	Катализ в химической технологии	10	2	-	4	4	С
Тема 6	Химические реакторы	10	2	-	4	4	КР
Тема 7	Некаталитические процессы и реакторы	10	2	-	4	4	С
Тема 8	Каталитические процессы и реакторы	10	2	-	4	4	С
Тема 9	Общая характеристика химико-технологических схем (ХТС)	8	2	-	4	2	КР

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины (модуля), час.				СР	Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				
			Л	ЛЗ	ПЗ		
Тема 10	Сырьевые проблемы химической промышленности.	8	2	-	4	2	С
Тема 11	Теоретические основы ХТП производства серной кислоты	8	2	-	4	2	С
Тема 12	Теоретические основы ХТП синтеза аммиака.	8	2	-	4	2	С
Тема 13	Теоретические основы производства азотной кислоты.	8	2	-	4	2	С
Тема 14	ХТП синтеза метанола из оксида углерода и водорода.	8	2	-	4	2	С
Тема 15	Производство основных продуктов органического и нефтехимического синтеза.	8	2	-	4	2	С
Тема 16	Производство полимерных материалов. Полимеризация и поликонденсация.	8	2	-	4	2	С
Тема 17	Химические производства и окружающая среда, основы промышленной экологии.	8	2	-	4	2	КР
Промежуточная аттестация		36					экзамен
<b>Всего:</b>		<b>180</b>	<b>34</b>		<b>68</b>	<b>42</b>	

*Примечание:*

*формы текущего контроля успеваемости: собеседование (С), контрольная работа (КР).*

### 3.2. Содержание дисциплины.

Тема 1. Введение. Предмет "Теория химико-технологических процессов". Значение химической промышленности. Развитие химической промышленности в России. Основные направления развития химической техники и технологии. Проблемы жизнеобеспечения и химическая промышленность. Качество и себестоимость химической продукции.

Тема 2. Понятие и структура химико-технологического процесса (ХТП). Показатели ХТП. Классификация химических реакций. Расчет материального баланса реакции. Термодинамические характеристики химических реакций. Расчет теплового баланса реакций. Равновесие химических реакций.

Тема 3. Влияние кинетики химических реакций на выбор технологического режима. Основные понятия химической кинетики. Механизм реакции, лимитирующая стадия. Влияние различных факторов на скорость, выход, и селективность простых и сложных реакций.

Тема 4. Гомогенные и гетерогенные ХТП. Общие особенности гетерогенных процессов. Диффузионная область гетерогенных процессов. Гетерогенные некаталитические процессы в системе газ-твердое вещество. Гетерогенные некаталитические процессы в системе газ-жидкость (газожидкостные реакции).

Тема 5. Катализ в химической технологии. Применение катализаторов в химической технологии. Механизм действия катализаторов. Гомогенный катализ. Промышленное использование гомогенных каталитических процессов. Гетерогенный катализ. Новые направления в катализе.

Тема 6. Химические реакторы. Требования предъявляемые к химическим реакторам. Классификация химических реакторов. Сравнение реакторов с различными гидродинамическими и температурными режимами. Проведение ХТП в реальных реакторах. Устойчивость работы реакторов. Принцип моделирования ХТП и реакторов.

Тема 7. Некаталитические процессы и реакторы. Гомогенные процессы и реакторы. Закономерности гетерогенных процессов. Процессы и реакторы для систем газ-жидкость (Г-Ж). Процессы и реакторы в системах твердое-жидкость (Т-Ж). Процессы и реакторы для систем газ-твердое (Г-Т). Процессы и реакторы в системах твердое-твердое (Т-Т), жидкость-жидкость (Ж-Ж) и многофазные.

Тема 8. Каталитические процессы и реакторы. Сущность и виды катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Свойства твердых катализаторов и их приготовление. Каталитические реакторы.

Тема 9. Химико-технологические системы. Определение и понятия химико-технологической схемы. Структура ХТС. Классификация переменных величин, характеризующих работу ХТС. Оценка свойств ХТС. Расчет ХТС. Чувствительность и надежность ХТС.

Тема 10. Сырьевые проблемы химической промышленности. Характеристика и запасы сырья. Принципы обогащения сырья. Комплексное использование сырья. Воздух и вода как сырье в химической промышленности. Промышленная водоподготовка.

Тема 11. Общие сведения о серной кислоте. Теоретические основы ХТП производства серной кислоты для различного вида сырья по стадиям. Аппаратурное оформление ХТП производства серной кислоты.

Тема 12. Теоретические основы ХТП синтеза аммиака. Промышленный реактор синтеза аммиака. Технологическая схема синтеза аммиака при среднем давлении.

Тема 13. Общие сведения об азотной кислоте. Сырьевая база производства азотной кислоты. Теоретические основы производства азотной кислоты методом контактного окисления аммиака. Аппаратурное оформление ХТП.

Тема 14. Общие сведения о метаноле. Сырье для синтеза. Физико-химические основы ХТП синтеза метанола из оксида углерода и водорода. Технологическая схема, аппаратурное оформление ХТП синтеза метанола.

Тема 15. Производство основных продуктов органического и нефтехимического синтеза. Сырьевая база. Особенности нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. Алкилирование углеводородов. Каталитическое дегидрирование углеводородов. Гидратация алкенов и дегидратация спиртов. Окисление органических веществ. Галогенирование углеводородов. Синтез на основе оксида углерода и водорода.

Тема 16. Производство полимерных материалов. Полимеризация и поликонденсация. Общие принципы полимеризации и поликонденсации. Производство полиэтилена. Производство

фенолформальдегидных смол. Производство синтетических каучуков и латексов.

Тема 17. Химические производства и окружающая среда, основы промышленной экологии. Классификация промышленных загрязнений биосферы, источники загрязнения, защита атмосферы от вредных воздействий. Очистка сточных вод. Переработка твердых отходов. Принципы создания малоотходных технологических процессов. Экологические аспекты проектирования новых технологических производств.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Формы и материалы текущего контроля.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.25 Теория химико-технологических процессов используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся: собеседование, контрольная работа.

4.1.2. Материалы текущего контроля успеваемости.

Пример собеседования по Теме 2.

1. Основные этапы химико-технологического процесса.
2. Определение химико-технологического режима, какими параметрами он определяется.
3. Степень превращения или конверсии вещества, формула и определение.
4. Селективность химико-технологического режима.
5. Выход продукта химико-технологического режима.
6. Производительность химико-технологического режима.
7. Классификация химических реакций.
8. Расчет материального баланса реакции.
9. Энтальпия химической реакции.
10. Энтропия химической реакции.

Пример варианта контрольной работы по Теме 6:

Определите объем проточного реактора идеального смешения, необходимый для достижения степени превращения исходного реагента  $x_A=0,85$  при проведении реакции

$2A \xrightarrow{k} R + S$ , если  $c_{A,0}=2,5$  кмоль/м<sup>3</sup>,  $k = 18,2$  м<sup>3</sup>/(кмоль·ч), реагенты подают в реактор с объемным расходом  $v = 1,2$  м<sup>3</sup>/ч

4.1.3. Шкала оценивания для текущего контроля.

Собеседование:

- зачтено – написание протокола без ошибок или с допущенными неточностями, уверенно исправленными после дополнительных вопросов, правильные в целом действия по применению знаний для решения профессиональных задач;
- не зачтено – несоблюдение техники выполнения лабораторной работы, либо наличие грубых ошибок при оформлении протокола исследования, непонимание сущности излагаемого вопроса, реакции написаны с ошибками, либо в формулах написаны ошибки, неумение применять знания для решения профессиональных задач, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

Контрольная работа:

- оценка «отлично»: изложенный материал фактически верен, наличие необходимых схем и пояснений к ним, что показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме утвержденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами

обучения; грамотное и логически стройное изложение материала при письменном ответе на вопросы;

- оценка «хорошо»: наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме утвержденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению полученных знаний, умений для решения поставленных задач, четкое изложение материала, наличие всех необходимых схем и реакции в письменном ответе; допускаются отдельные логические и стилистические погрешности;

- оценка «удовлетворительно» - наличие твердых знаний в объеме утвержденной программы в соответствии с целями изучения, изложение ответов с отдельными ошибками, наличие необходимых схем в неполном объеме с сохранением логики; правильные в целом действия по применению знаний для решения профессиональных задач;

- оценка «неудовлетворительно» - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, отсутствие необходимых схем, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания для решения профессиональных задач.

#### 4.2. Формы и материалы промежуточной аттестации.

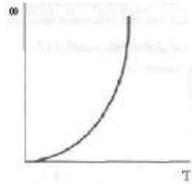
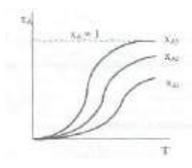
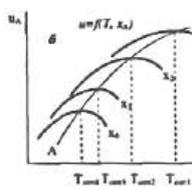
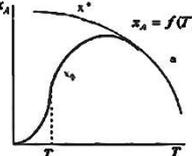
##### 4.2.1. Промежуточная аттестация проводится в форме:

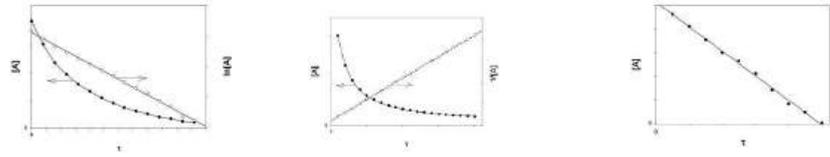
Промежуточная аттестация дисциплины Б1.О.25 Теория химико-технологических процессов проводится в виде теста с вопросами закрытого и открытого типа.

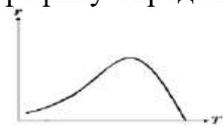
##### 4.2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Пример экзаменационного билета

Вариант №1

№ вопроса	Задание
1. 	График описывает зависимость: а) скорость реакции для эндотермического процесса б) скорости реакции от температуры для простой необратимой реакции $A \rightarrow R \pm Q$ в) нет правильного ответа г) концентрации от температуры процесса
2. 	График описывает зависимость: а) концентрации от температуры процесса б) степени превращения от температуры для простой обратимой реакции $A \rightarrow R \pm Q$ в) степени превращения от температуры для простой необратимой реакции $A \rightarrow R \pm Q$ г) скорость реакции для эндотермического процесса
3. 	На графике, кривая АВ характеризует: а) линия оптимальных температур б) максимальная степень превращения в) степень превращения от температуры для обратимой реакции г) скорость реакции для экзотермического процесса
4. 	На графике приведена зависимость: а) максимальная степень превращения

	b) степень превращения от температуры для обратимой реакции c) скорость реакции для экзотермического процесса d) степени превращения от температуры для простой обратимой экзотермической реакции
5.	Какой из приведенных графиков соответствует зависимости концентрации реагента А в реакции $A \rightarrow B$ от времени для первого появления реакции?  a) I; b) II; c) III; d) нет правильного варианта.

6.	При понижении температуры и повышении давления равновесие экзотермической реакции $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 - Q$ сдвигается _____.
7.	По приведенному графику определите тип реакции и вид зависимости ее скорости от температуры: 
8.	Предложите уравнений для расчета времени пребывания в изотермическом реакторе идеального вытеснения при проведении простой необратимой реакции второго порядка $A + B = R + S$ _____.
9.	Какое уравнение можно использовать для расчета времени реакции в изотермическом реакторе идеального смешения непрерывном при проведении необратимой реакции второго порядка $A + B = R + S$ ? _____.
10.	В качестве математического описания процесса в изотермическом реакторе идеального смешения непрерывном можно использовать уравнение _____.

#### 4.2.3. Шкала оценивания.

Шкала оценивания промежуточной аттестации:

Оценка «отлично»: 90 - 100% правильных ответов

Оценка «хорошо»: правильных ответов 75 - 89% правильных ответов

Оценка «удовлетворительно»: 60 - 74% правильных ответов

Оценка «неудовлетворительно»: 59% и менее правильных ответов.

4.3. Соответствие оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине формируемым компетенциям

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства промежуточной аттестации (тест)
ОПК-2	ИДОПК-2.1.	+

	ИДОПК-2.3	+
--	-----------	---

4.4. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Структурные элементы оценочных средств	Критерии оценки сформированности компетенции	
			Не сформирована	Сформирована
ОПК-2	ИДОПК-2.1	тестирование	- Не знает теоретические основы физических, физико-химических и химических процессов, основные положения теории химического строения веществ; основные понятия и законы физической химии и химической термодинамики; основные типы, конструктивные особенности и принцип работы технологического оборудования производства; основы теплотехники, теплопередачи, выпаривания; технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление; принципы создания малоотходных технологических процессов.	- Знает теоретические основы физических, физико-химических и химических процессов, основные положения теории химического строения веществ; основные понятия и законы физической химии и химической термодинамики; основные типы, конструктивные особенности и принцип работы технологического оборудования производства; основы теплотехники, теплопередачи, выпаривания; технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление; принципы создания малоотходных технологических процессов.
	ИДОПК-2.3.		- Не умеет выполнять материальные и энергетические расчеты технологических показателей химических производств; определять оптимальные условия проведения химико-	- Умеет выполнять материальные и энергетические расчеты технологических показателей химических производств; определять оптимальные условия проведения химико-

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Структурные элементы оценочных средств	Критерии оценки сформированности компетенции	
			Не сформирована	Сформирована
			технологических процессов; обосновывать целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования; составлять и делать описания технологических схем химических процессов.	технологических процессов; обосновывать целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования; составлять и делать описания технологических схем химических процессов;

## 5. Методические материалы по освоению дисциплины

Методические материалы для обучающихся по дисциплине Б1.О.25 «Теория химико-технологических процессов» (полный комплект находится на кафедре общей и органической химии).

## 6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине

### 6.1. Основная литература

1. Москвичёв М.Г. и др. Теоретические основы химической технологии. М. Академия, 2005
2. Сороко В.Е. и др. Основы химической технологии. Л. Химия, 1986
3. Ахметов Б.В. и др. Физическая и коллоидная химия. Л. Химия, 1986
4. Ахметов Б.В. и др. Задачи и упражнения по физической и коллоидной химии. Л. Химия, 1989
5. Мухлёнов В.П. Расчёты химико-технологических процессов. Л. Химия, 1982
6. Под ред. Равделя А.А. Краткий справочник физико-химических величин. Л. Химия, 1983

### 6.2. Дополнительная литература

1. Айдам Г. Гибкие чистые помещения для микробиологии // «Технология чистоты», 1994, №2, с.13-17.
2. Бакланов Н.А. Трубопроводы в химической промышленности. 2-е изд., пер. -Л.:Химия, 1977. - 92с.
3. Беркман Н.А. Основы технологического проектирования производств технологического синтеза.- М.: Химия, 1970. -368с.
4. Волчкович Л.И., Кузнецов М.М., Усов Б.А. Автоматы и автоматические линии / Под ред. проф. Г.А.Шаумяна. - М.: Высш. школа, 1975, ч.1 - 230с., ч.2. -836 с.
5. Домашнев А.Д. Конструирование и расчет химической аппаратуры. - М.: Машиностроение, 1971. - 614 с.
6. Кардашев Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии. -М.: Химия, 1990. -208с.
7. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шомин. ИЛ. Гранулирование. - М.: Химия, 1991. -238с.
8. Машины и аппараты химических производств /Под ред. И.И. Чернобыльского/ Изд. 3-е перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1975. - 456 с.

9. Правила производства лекарственных средств - GMP Европейского сообщества (GMP EC). -М., 1998. -116 с.

**7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

В процессе изучения дисциплины используются: учебная аудитория, оборудованная вытяжными шкафами лаборатория, лабораторное и инструментальное оборудование для работы обучающихся. Оборудование: мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран), наборы мультимедийных наглядных материалов, доска.

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.25 Теория химико-технологических процессов

**Код и наименование направления подготовки, профиля:** 18.03.01 Химическая технология, химическая технология лекарственных средств.

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр.

**Форма обучения:** очная.

**Формируемая(ые) компетенция(и):** Дисциплина Б1.О.25 Теория химико-технологических процессов обеспечивает овладение следующими компетенциями:

ОПК-2. – способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

ИДОПК-2.1 – использует знания в области математики для решения задач в профессиональной деятельности.

ИДОПК-2.3 – систематизирует и анализирует результаты физико-химических и химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

#### **Объем и место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина Б1.О.25 Теория химико-технологических процессов осваивается обучающимися на 3 курсе (5 семестр) в соответствии с учебным планом, общей трудоёмкостью 180 ч. / 5 з. е.

#### **Содержание дисциплины:**

Тема 1. Введение. Предмет "Теория химико-технологических процессов. Тема 2. Понятие и структура химико-технологического процесса (ХТП). Тема 3. Влияние кинетики химических реакций на выбор технологического режима. Тема 4. Гомогенные и гетерогенные ХТП. Тема 5. Катализ в химической технологии. Тема 6. Химические реакторы. Тема 7. Некаталитические процессы и реакторы. Тема 8. Каталитические процессы и реакторы. Тема 9. Общая характеристика химико-технологических схем (ХТС). Тема 10. Сырьевые проблемы химической промышленности. Тема 11. Теоретические основы ХТП производства серной кислоты. Тема 12. Теоретические основы ХТП синтеза аммиака. Тема 13. Теоретические основы производства азотной кислоты. Тема 14. ХТП синтеза метанола из оксида углерода и водорода. Тема 15. Производство основных продуктов органического и нефтехимического синтеза. Тема 16. Производство полимерных материалов. Полимеризация и поликонденсация. Тема 17. Химические производства и окружающая среда, основы промышленной экологии.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.