

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана медицинского факультета

/Т.Ю. Петрищева/

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.04.01 Промышленная химия**

**Направление подготовки:** 04.03.01 Химия

**Направленность (профиль):** Химия окружающей среды и химическая экспертиза

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Факультет:** медицинский

**Кафедра:** химико-биологических дисциплин и фармакологии

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4	-	-
Семестр/триместр	7, 8	-	-

Лекции	76	-	-
Лабораторные занятия	52	-	-
Практические (семинарские) занятия	76	-	-
Консультации	-	-	-
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет, экзамен – 0,3	-	-
Контроль	9	-	-
Иные формы работы	-	-	-
Самостоятельная работа	74,7	-	-

**Всего часов: 288**

**Трудоемкость: 8 зачетных единиц.**

Разработчик рабочей программы:

старший преподаватель \_\_\_\_\_ Петренко А.П.

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** курс промышленной химии должен обеспечить понимание выпускником университета многоуровневого и многокритериального характера задач создания новых технологий, предоставить ему знания и навыки, необходимые для грамотного отыскания точек приложения новых научных результатов, а также экспертизы технологических решений на основе универсальных критериев, вытекающих из фундаментальных законов природы.

### **Задачи изучения дисциплины:**

Сформировать у студента системных знаний и навыков, необходимых для грамотного отыскания точек приложения новых научных результатов.

Закрепить умения по составлению и анализу материальных, энергетических и эксергетических балансов химико-технологических систем.

Сформировать и закрепить навыки экспертизы технологических решений.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1. Дисциплины (модули)

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-10	<b>Знать:</b> правовые нормы, противодействующие проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционного поведения в профессиональной деятельности, основные меры юридической ответственности за совершение деяний экстремистской, террористической и коррупционной направленности	<b>Знает:</b> технику безопасности при работе в химической лаборатории и на производстве, правила хранения и утилизации реактивов, первую помощь при отравлениях, ожогах.
	<b>Уметь:</b> анализировать, толковать и применять правовые нормы о противодействии экстремизму, терроризму, коррупционному поведению в профессиональной деятельности и повседневной жизни	<b>Умеет:</b> самостоятельно работать с химической аппаратурой и реактивами, решать возникающие вопросы, связанные как с постановкой химических экспериментов, так и с теоретическими вопросами.
	<b>Владеть:</b> навыками работы с законодательными нормами, противодействующими проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционного поведения в профессиональной деятельности и повседневной жизни	<b>Владеет:</b> приемами обращения с лабораторным оборудованием, реактивами, приборами. навыками работы на основной аппаратуре, применяемой в физикохимических исследованиях, на производстве.

<b>ОПК-3</b>	<b>Знать:</b> стандартное программное обеспечение и использует его при решении задач химической направленности, при подготовке научных публикаций, докладов.	<b>Знает:</b> основные алгоритмы решения химических задач для применения их в научной деятельности.
	<b>Уметь:</b> применять теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности.	<b>Умеет:</b> выбирать экспериментальные методики для решения задач химической направленности.
	<b>Владеть:</b> навыками разработки специализированных программ для решения задач профессиональной сферы деятельности.	<b>Владеет:</b> способами применения специализированных программ в деятельности химической направленности.
<b>ОПК-5</b>	<b>Знать:</b> основные технические средства компьютерных систем; основы информационно-коммуникационных технологий; основные тенденции развития современных информационных технологий и основы информационной безопасности; правовое регулирование в информационной среде.	<b>Знает:</b> основные программные обеспечения для обработки и интерпретации результатов химических наблюдений.
	<b>Уметь:</b> использовать современные компьютерные технологии (технологии обработки данных, текстовой, графической, числовой информации, сетевые и мультимедиа технологии).	<b>Умеет:</b> использовать современные ИТ-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля
	<b>Владеть:</b> навыками работы с компьютером как средством управления информацией.	<b>Владеет:</b> нормами информационной безопасности в профессиональной деятельности

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

4	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	<b>Раздел 1. Содержание и задачи промышленной химии</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
1.	Тема 1. Промышленная химия: предмет, задачи, классификация химических производств.	11	2	2	2	5

2.	Тема 2. Значение химической промышленности.	11	2	2	2	5
	<b>Раздел 2. Закономерности и методы химической технологии. Термодинамические расчеты ХТП.</b>	<b>63</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>25</b>
3.	Тема 3. Понятие о химико - технологическом процессе (ХТП).	11	2	2	2	5
4.	Тема 4. Технологические и экономические критерии эффективности ХТП.	11	2	2	2	5
5.	Тема 5. Значение термодинамических и кинетических (микро- и макро-) закономерностей для промышленной химии.	13	4	2	2	5
6.	Тема 6. Термодинамические расчеты ХТП.	15	4	2	4	5
7.	Тема 7. Кинетические расчеты ХТП. Скорость ХТП.	13	2	2	4	5
	<b>Раздел 3. Каталитические процессы. Химико-технологические системы</b>	<b>37</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>15</b>
8.	Тема 8. Способы измерения скорости химической реакции.	13	2	4	2	5
9.	Тема 9. Гетерогенные каталитические химические процессы.	13	2	4	2	5
10.	Тема 10. Химико-технологическая система.	11	2	2	2	5
	<b>Раздел 4. Гидромеханические процессы.</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
11.	Тема 11. Значение макрокинетических закономерностей в промышленной химии.	11	2	2	2	5
12.	Тема 12. Режим движения жидкостей. Расход жидкости при установившемся ламинарном потоке.	11	2	2	2	5
	<i>Форма отчетности - зачет</i>					
	<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>144</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>60</b>
	<b>Раздел 5. Моделирование ХТП.</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
13.	Тема 13. Основные критерии гидродинамического подобия.	12	4	4	2	2
14.	Тема 14. Математическое моделирование как метод оптимизации ХТП.	18	6	6	4	2
	<b>Раздел 6. Тепловые процессы.</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
15.	Тема 15. Значение тепловых процессов в промышленной химии.	16	6	6	2	2
16.	Тема 16. Передача тепла конвекцией (конвективный теплообмен).	18	6	6	4	2
	<b>Раздел 7. Массообменные процессы.</b>	<b>22,7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2,7</b>
17.	Тема 17. Общие понятия массообмена.	22,7	8	8	4	2,7
	<b>Раздел 8. Химические реакторы.</b>	<b>48</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>4</b>

18.	Тема 18. Основные типы химических реакторов: классификация химических реакторов и режимов их работы.	15	6	6	2	1
19.	Тема 19. Реакторы идеального смешения периодический (РИС-П), непрерывный (РИС-Н), идеального вытеснения (РИВ). Каскад РИС.	18	6	6	4	2
20.	Тема 20. Химические реакторы с неидеальной структурой потоков.	15	6	6	2	1
	<i>Форма отчетности - экзамен</i>	0,3				
	<i>Контроль</i>	9				
	<b>Итого за 8 семестр</b>	<b>144</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>14,7</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>288</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>52</b>	<b>74,7</b>

**Очно-заочная форма обучения (не реализуется)**

**Заочная форма обучения (не реализуется)**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, реферата.

#### **Типовой вариант контрольной работы**

1. Чем отличается химико-технологический процесс от химико-технологической системы.

а иерархическим соответствием

б количеством элементов

в этапами их создания

2. Виды моделей их особенности. Приведите самую известную

а математическая

б экономическая

в стилистическая

3. Что такое Степень превращения сырья.

а. количество продукта

б. отношение количества целевого продукта к общей сумме продуктов

в. отношение количества полезного продукта к общей сумме всех продуктов

4. Что такое Выход продукта.

а отношение практической массы к теоретически возможной

б отношение количества продукта к массе исходных веществ

в отношение количества целевого продукта к массе всех продуктов

5 Селективность процесса.

- а отношение количества целевого продукта к сумме всех продуктов
- б отношение количества целевого продукта к массе исходных веществ
- в отношение количества целевого продукта к теоретической массе

6. Производительность процесса.

- а. Количество продукта к единице объёма реактора
- б Количество продукта в единицу времени
- в количество продукта на единицу стоимости

7. Понятие эксергии.

- а максимальная полезная работа
- б максимальная производительность
- в производительность без учёта тепловых потерь

8. Себестоимость.

- а стоимость единицы оборудования
- б стоимость единицы продукта
- в стоимость единицы сырья

9. Закон Паскаля.

- а.зависимость давления от прочности стенок сосуда
- б зависимость давления от высоты столба жидкости
- в зависимость давления от формы сосуда

10. Уравнение Бернулли.

- а взаимосвязь потенциальной и кинетической энергии жидкости
- б взаимосвязь скорости потока с формой сосуда
- в взаимосвязь высоты столба жидкости и температуры

11. Теплопередача.

- а.способность нагретого тела остывать
- б способность холодного тела нагреваться
- в способность нагретого тела передавать тепло холодному

12. способы перегонки нефти:

- а атмосферная и вакуумная
- б дефлегмационная
- в конвективная и когнитивная

13. Какие материалы используются для создания силовых конструкций ХТП?

14. Какие реакторы по времени функционирования существуют в классификации?

15. Какие реакторы по механизму взаимодействия существуют в классификации?

16. Почему процесс синтеза аммиака проводят при очень высоком давлении

### **Примерная тематика рефератов**

1. Исследование процессов переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах
2. Анализ возможностей использования альтернативных источников энергии в химической промышленности
3. Разработка технологии получения синтетического топлива на основе угля
4. Исследование катализаторов и их использование в производстве синтетических материалов
5. Оценка влияния различных факторов на производственные процессы в химической промышленности
6. Анализ перспектив развития технологии производства биологически активных веществ
7. Исследование технологии получения экологически чистых материалов на основе растительных компонентов
8. Разработка новой технологии производства электродов на основе графена
9. Исследование проблем, связанных с чистотой производственных процессов в химической промышленности
10. Разработка технологии получения керамических материалов на основе оптических волокон.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета, экзамена с использованием следующих оценочных материалов: *перечень вопросов к зачету (7 семестр), перечень вопросов к экзамену (8 семестр)*.

### **Вопросы к зачету (7 семестр, очная форма обучения)**

1. Развитие промышленной химии как науки.
2. Предмет ОХТ, место ОХТ среди других химико-технологических дисциплин.
3. Типовые стадии и типовые процессы химических производств.
4. Химико-технологический процесс и его содержание.
5. Классификация химико-технологических процессов (хим. реакций).
6. Основные технологические понятия: целевой и побочный продукт,
7. производительность, мощность, интенсивность, расходные коэффициенты.
8. Степень превращения: понятие о СП и равновесной СП, выражение СП через концентрации реагентов при постоянном объеме.
9. Выход продукта: теоретический и практический, стехиометрический и равновесный. Взаимосвязь выхода и степени превращения.

10. Селективность, взаимосвязь селективности, степени превращения и выхода продукта.

11. Понятие о равновесии ХТП. Константа химического равновесия, выражение константы равновесия через концентрации и парциальные давления компонентов.

12. Смещение равновесия. Правило Ле-Шателье, направление смещения равновесия при изменении  $t$ ,  $p$ ,  $C$ .

### **Вопросы к экзамену (8 семестр, очная форма обучения)**

1. Понятие о скорости химико-технологических процессов, составляющие скорости ХТП.

2. Скорость химической реакции. Графическое определение скорости реакции по кинетической кривой.

3. Кинетика элементарных гомогенных химических реакций. Кинетическое уравнение, порядок реакции.

4. Зависимость константы скорости реакции от температуры, уравнение Арениуса, энергия активации, графическое определение  $E$ .

5. Кинетика сложных гомогенных химических реакций. Последовательные и параллельные реакции, кинетические уравнения, графические зависимости концентрации от времени реакции.

6. Кинетика гетерогенных химических реакций. Скорость диффузии, коэффициенты диффузии, массоотдачи.

7. Гетерогенный процесс в системе газ - твердое. Модель с фронтальным перемещением зоны реакции.

8. Модель с фронтальным перемещением зоны реакции при лимитирующей стадии внешней диффузии (вывод).

9. Классификация технологических схем.

10. Основные требования к химическим реакторам. Классификация химических реакторов.

11. Характеристическое уравнение идеальных типов изотермических реакторов для гомогенных процессов.

12. Реакторы периодического действия. Характеристическое уравнение.

13. Реакторы непрерывного действия: уравнение РИВ.

14. Реакторы непрерывного действия: уравнение РИС.

15. Характеристические уравнения реакторов, если в них осуществляется реакция первого порядка.

16. Сравнение различных типов химических реакторов.

17. Каскад реакторов идеального смешения, способы расчета каскада.

18. Отличие реальных химических реакторов от моделей идеальных РИС и РИВ. Критерий Боденштейна.

19. Масштабирование химических реакторов. Критерии химического подобия.

20. Типовые конструкции химических реакторов.



## IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Основная литература

1. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие для вузов / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 195 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09222-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536887>
2. Химико-технологические процессы : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Комиссаров, М. Б. Глебов, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 340 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09169-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539758>

### 4.2. Дополнительная литература

1. Игнатенков, В. И. Химические процессы и реакторы : учебное пособие для вузов / В. И. Игнатенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18764-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/545511>
2. Комиссаров, Ю. А. Термодинамика и теплопередача в процессах химической технологии : учебник для среднего профессионального образования / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 245 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18816-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/551727>
3. Физико-химические методы анализа : учебное пособие для вузов / В. Н. Казин [и др.] ; под редакцией Е. М. Плисса. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14964-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542534>

## V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="https://infourok.ru/">https://infourok.ru/</a>	<b>Инфоурок:</b> образовательный интернет-проект России. Включает: конспекты уроков, презентации, тесты, видеоуроки и другие материалы по предметам	Свободный доступ

		школьной программы.	
2.	<a href="http://edu.ru/">http://edu.ru/</a>	<b>Российское образование: Федеральный портал.</b> <b>Включает</b> ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
3.	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<b>Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"</b> предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования	Свободный доступ
4.	<a href="https://www.gumer.info/">https://www.gumer.info/</a>	<b>Библиотека Гумер:</b> предоставляет свободный доступ к 5000 книг и статей по гуманитарным наукам	Свободный доступ
5.	<a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>	<b>Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)</b> предоставляет доступ к электронным образовательным ресурсам и сервисам для всех уровней и ступеней образования.	Свободный доступ

## VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
----	---	--	--

2.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	<a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a>	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ
5.	<a href="https://ptable.com/?lang=ru#Свойства">https://ptable.com/?lang=ru#Свойства</a>	Интерактивная Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева	Свободный доступ
6.	<a href="https://data.gov.ru/">https://data.gov.ru/</a>	Портал открытых данных Российской Федерации	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных вытяжным шкафом с водой, технологической приставкой с подводом воды и светильником, холодильником, лабораторными столами, столиком для весов, набором лабораторной посуды, набором химических реактивов.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.