

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №7 от 14 мая 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Баяндин Виктор  
Владимирович  
Дата подписания: 13.06.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Боженков Георгий  
Викторович  
Дата подписания: 17.06.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Дьячкова  
Светлана Георгиевна  
Дата подписания: 14.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### 1.1 Дисциплина «Общая химическая технология» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКО-2 Способен применять теорию химических реакторных процессов для проведения научных исследований и экспериментов испытания новой техники и технологии в производстве продукции	ПКО-2.1
ПКО-3 Способен анализировать технологический процесс как объект управления	ПКО-3.1

### 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКО-2.1	Демонстрирует знание основных параметров технологических процессов, общих закономерностей химических процессов; основных химических производств и применяет их для расчета материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов	<b>Знать</b> Знать основные параметры технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции, способов их контроля; общие закономерности химических процессов; основные химические производства. <b>Уметь</b> Уметь рассчитывать материальный и тепловой балансы химического производства и расходные коэффициенты материалов и энергетических ресурсов химического производства. <b>Владеть</b> Владеть навыками оптимизации технологических показателей химического производства.
ПКО-3.1	Обладает представлениями о химическом производстве как о химико-технологической системе (ХТС), демонстрирует знание состава, технологических связей элементов ХТС, назначения, применения и взаимосвязь моделей ХТС. Анализирует ХТС, использует математические и эвристические методы для разработки ХТС	<b>Знать</b> Основные понятия теории систем. Состав и структура ХТС. Ресурсы ХТС. Теорию химических реакторов. Основные методы синтеза ХТС. <b>Уметь</b> Проводить энергетический, термохимический, эксергический и термозкономический анализ. <b>Владеть</b> Методами синтеза общей структуры ХТС и системного анализа ключевых факторов эффективности ее функционирования.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Общая химическая технология» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Основы общей и неорганической химии», «Органическая химия», «Физическая химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Химические реакторы», «Моделирование химико-технологических процессов», «Процессы и аппараты химической технологии», «Энерготехнология химических производств», «Проектирование и оборудование нефтеперерабатывающих предприятий»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 2	Учебный год № 3
Общая трудоемкость дисциплины	144	36	108
Аудиторные занятия, в том числе:	16	2	14
лекции	6	2	4
лабораторные работы	6	0	6
практические/семинарские занятия	4	0	4
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	124	34	90
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет, Курсовая работа		Зачет, Курсовая работа

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Учебный год № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Установочная лекция	1	2					1, 2	34	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

##### Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Химическая технология и химическое производство	1	1	1, 2, 3	6			1, 2, 3, 4, 5, 6	90	Устный опрос
2	Химические процессы	2	1			1, 2	2			Устный опрос
3	Химико-технологическая система	3	2			3, 4	2			Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет, Курсовая работа
	Всего		4		6		4		94	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Установочная лекция	Введение. Общие понятия. Цели и задачи, предмет дисциплины. Краткое содержание курса. Темы курсовой работы. Методические указания по выполнению самостоятельной работы.

##### Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Химическая технология и химическое производство	Химическая технология. Методы химической технологии. Совокупный химико-технологический процесс. Структура и элементы химического производства. Сырьевые ресурсы химической промышленности. Источники образования отходов производства. Виды отходов и пути утилизации
2	Химические процессы	Стехиометрические уравнения и материальный баланс химических превращений. Полнота реакции, степень превращения. Селективность, выход продукта реакции. Определение химических процессов и их классификация по химическим и фазовым признакам. Гомогенный химический процесс. Способы интенсификации.
3	Химико-технологическая система	Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы, - и их реализация в химическом производстве. Элементы ХТС. Технологические связи элементов ХТС (поток). Виды моделей ХТС - описательные и графические. Назначение, применение и взаимосвязь моделей. Анализ ХТС. Состояние ХТС. Свойства ХТС как системы. Материальный и тепловой балансы. Особенности расчета балансов в схемах с

		рециклом. Тепловой баланс для элементов с химическим превращением и фазовыми переходами. Синтез (разработка) химико-технологической системы. Основные приемы увеличения использования сырья, уменьшения энергетических затрат, сокращения отходов в химическом производстве.
--	--	--

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Учебный год № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Равновесие в реакционной смеси простых систем	2
2	Равновесие в реакционной смеси сложных систем	2
3	Гомогенный химический процесс	2

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Учебный год № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Стехиометрия в расчётах химического процесса, производительность	1
2	Стехиометрические закономерности химического процесса: расчет степени превращения, выхода продукта, селективность	1
3	Расчёты материального баланса и теплового баланса	1
4	Термодинамические и кинетические расчеты химического процесса	1

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	14
2	Проработка разделов теоретического материала	20

##### Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	20
2	Написание реферата	16
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8

4	Подготовка к зачёту	18
5	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
6	Проработка разделов теоретического материала	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Групповые дискуссии

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

### **5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

#### **5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:**

Курсовая работа студента (КР) является видом занятий по дисциплине, выполняемым студентом самостоятельно вне аудиторных занятий.

Целью КР является контроль усвоения студентами практических навыков расчета материального баланса химико-технологических систем. Студенты выполняют различные варианты заданий по теме: «Расчет материального баланса химико-технологических систем», оформляют выполненную работу в соответствии с СТО ИРНИТУ и защищают её перед преподавателем.

#### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям**

Практические занятия позволяют осуществить единый подход к изучению основных процессов химической технологии и тем самым получить широкую техническую подготовку, основанную на знаниях, полученных при решении реальных задач.

Указанные особенности практических занятий позволяют формировать профессиональные компетенции студента.

Решение практических задач на занятиях каждый студент выполняет индивидуально и оформляет решение с выводами в отдельной тетради по практическим занятиям.

Примеры практических занятий приведены ниже.

Практическое занятие № 1. Стехиометрические закономерности химического процесса: расчет расходных коэффициентов (№№1-1 – 1-12 [2]).

Практическое занятие № 2. Стехиометрия в расчётах химического процесса, производительность (№№2.1-1 – 2.1-23 [2]).

Практическое занятие № 3. Стехиометрические закономерности химического процесса: расчет степени превращения, выхода продукта (№№2.1-24 – 2.1-41 [2]) .

Практическое занятие № 4. Стехиометрические закономерности химического процесса: расчет селективности (№№2.1-42 – 2.1-55 [2]).

Практическое занятие № 5. Расчёты материального баланса (№№2.1-56 – 2.1-66 [2]).

Практическое занятие № 6. Расчёты материального баланса технологических аппаратов (№№5-1 – 5-36 [2]).

Практическое занятие № 7. Расчёты теплового баланса (№№5-28, 5-37 [2]).

Практическое занятие № 8. Термодинамические и кинетические расчеты химического процесса (№№2.2.1-1 – 2.2-30 [2]).

Практическое занятие № 9. Балансовые расчеты химико-технологических систем (№№6-1 – 6-3 [2]).

Цель каждого занятия – освоить практические навыки расчёта соответствующих технических показателей и балансовых расчётов химического производства.

### 5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Методические указания студенты получают в бумажном и электронном видах. Отчёт по выполненной лабораторной работе составляется каждым студентом индивидуально и защищается им. Структура отчёта должна соответствовать СТО ИНИТУ. При оформлении отчёта следует соблюдать требования СТО ИНИТУ.

Примеры методических указаний по выполнению лабораторных работ приведены ниже.

Лабораторная работа № 1 «Равновесие в реакционной смеси простых систем»

Цель работы: Исследовать влияние давления и разбавления на равновесную степень превращения.

В заданном интервале температур для обратимой реакции дегидрирования бутилена до бутадиена, реализуемой при давлении 0,2 ат без разбавления инертном и при давлении 1 ат с разбавлением водяным паром в соотношении бутилен- водяной пар 1:4 установить влияние параметров процесса на равновесную степень конверсии и объяснить полученные результаты.

Лабораторная работа № 2 «Равновесие в реакционной смеси сложных систем»

Цель работы: Исследовать влияние температуры и разбавления на равновесную степень превращения в сложной обратимой реакции.

Рассчитать равновесие реакционной смеси конверсии метана при температуре 8000С и давлении 1 ат для начального состава соотношением пар:метан = 2:1. Объяснить полученный результат.

Рассчитать равновесный состав реакционной смеси при температуре 8000С, соотношениях пар:метан = 2:1 и 4:1 и давлениях 1 ат и 40 ат. Объяснить изменение равновесной степени превращения метана при увеличении содержания пара в реакционной смеси и при увеличении давления.

Лабораторная работа № 3 «Изотермический режим химико-технологического процесса»

Цель работы: Изучение изотермического процесса в химическом реакторе при протекании простой необратимой реакции: сопоставление показателей процессов при его осуществлении в режимах идеального вытеснения (ИВ), идеального смешения (ИС), в каскаде реакторов (ИС-к); влияние условий и параметров процесса на его показатели.

Необратимая реакция  $A + B \rightarrow R + S$  протекает в реакторе идеального вытеснения (РИВ).

Растворы реагентов А и В подаются в реактор отдельно. Концентрация исходных веществ в потоках одинакова и равна 0,1 моль/л. Константа скорости реакции при 298 К составляет 4,8 л/(моль·мин). Объем РИВ равен 200 см<sup>3</sup>.

Определить влияние объемного расхода реакционной смеси  $V_0$  на степень превращения исходных реагентов  $x_A$ ,  $x_B$ . Соотношение потоков с реагентами А и В  $\lambda = V_{0A}/V_{0B} = 1$ . Значения  $V_0$  (л/ч): 2, 4, 6, 8, 10.

Определить влияние соотношения потоков растворов А:В на степень превращения исходных реагентов  $x_A$ ,  $x_B$  при объемном расходе реакционной смеси  $V_0 = 6$  л/ч. Принять значения  $\lambda$ : 5:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:5.

Результаты представить в графическом виде и объяснить полученные зависимости.

### 5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студента (СРС) предусмотрена Государственным образовательным стандартом. СРС является видом занятий по дисциплине, выполняемое студентом самостоятельно вне аудиторных занятий.

Целью СРС является подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, изучение отдельных тем дисциплины по рекомендуемой литературе. Это позволяет студенту приобрести навыки самостоятельной работы с различными источниками теоретической информации и проектирования аппаратов.

При изучении тем студент обязан основательно проработать и законспектировать изучаемый материал со всеми математическими выводами.

При выполнении схем аппаратов и изучении их устройств и принципов работы следует обращать внимание на достоинства и недостатки в конструкции и работе аппаратов с целью их дальнейшего совершенствования.

Подготовка к защите отчётов по лабораторным работам заключается в изучении теоретического материала исследуемого процесса для ответов на контрольные вопросы, приведённые в методических указаниях. Требования к оформлению отчётов приведены в СТО ИРНТ.

При самостоятельном изучении тем студенты используют рекомендуемую литературу и электронные ресурсы, приведённые ниже. Теоретический материал, устройство, принцип действия и схемы аппаратов конспектируются в тетрадях для лекций с пометкой «самостоятельная работа». Подготовка к экзамену осуществляется по контрольным вопросам с использованием лекционного материала, рекомендуемой литературы и электронных образовательных ресурсов.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 учебный год 2 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Установочная лекция даёт установку на изучение курса, знакомит учащихся с объёмом содержания, историей предмета, количеством лекций по разделам и темам, определяет основную изучаемую проблему.

##### **Критерии оценивания.**

нет

### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ПКО-2.1	Демонстрирует знание общих закономерностей химических процессов; основных химических производств, параметров технологических процессов и их связь с кинетическими и массообменными факторами, навыки расчета материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов.	Устные ответы по вопросам, решение самостоятельных и контрольных задач.
ПКО-3.1	Демонстрирует знание состава, технологических связей элементов	Устные ответы по вопросам,

	ХТС, назначения, применения и взаимосвязь моделей ХТС. Способен проводить всесторонний анализ ХТС с целью повышения эффективности ее функционирования.	решение самостоятельных и контрольных задач.
--	--	--

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Студент приходит на зачет с зачётной книжкой и паспортом. Получает билет, готовится в течение 30 минут. После подготовки отвечает на вопросы билета, объясняет решение задачи. При необходимости ему задаются дополнительные вопросы с целью уточнения некоторых ответов.

#### Пример задания:

Билет № 1

1. Химическое производство как система.
2. Основные концепции при синтезе ХТС.

Задача. Определить количество теплоты, образующееся при сгорании 25 м<sup>3</sup> и 40 кг этана. Теплота сгорания этана в стандартных условиях 1 559 880 кДж/кмоль. Молекулярная масса этана — 30.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Имеет глубокие и хорошие знания основных процессов химической технологии, физико-химических основ технологических процессов, классификации и свойств сырья, энергетических ресурсов, владеет навыками расчета материальных и энергетических процессов химико-технологических систем.	Имеет поверхностные знания основных процессов химической технологии, физико-химических основ технологических процессов, классификации и свойств сырья, энергетических ресурсов, не владеет навыками расчета материальных и энергетических процессов химико-технологических систем.

### 6.2.2.2 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Студенту необходимо написать курсовую работу по выбранной теме:

1. Производство серной кислоты контактным методом
2. Производство серной кислоты из элементарной серы
3. Производство серной кислоты из серного колчедана
4. Производство серной кислоты из сероводорода нефтепереработки

5. Производство аммиака
6. Производство азотной кислоты
7. Производство двойного суперфосфата
8. Производство аммиачной селитры
9. Производство карбамида
10. Производство уксусной кислоты
11. Производство водорода конверсией метана природного газа с водяным паром
12. Производство метанола
13. Производство этанола
14. Производство 1,3-бутандиена (дивинила)
15. Производство каучука
16. Производство ацетилена
17. Производство ацетальдегида
18. Производство полиэтилена
19. Производство новолачных смол
20. Производство целлюлозы
21. Установка гидроочистка нефтепродуктов
22. Установка риформинга
23. Установка каталитического крекинга
24. Установка изомеризации
25. Установка сернокислотного алкилирования
26. Установка пиролиза

#### 6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Работа выполнена правильно и полностью самостоятельно. Студент уверенно объясняет ход работы.	Работа выполнена правильно с однократным консультированием по сути работы. Студент уверенно объясняет ход работы.	Работа выполнена правильно с многократным консультированием по сути работы. Студент недостаточно ясно излагает ход работы.	Работа выполнена неправильно даже с многократным консультированием по сути работы. Студент не представляет алгоритм хода выполнения работы.

#### 7 Основная учебная литература

1. Бесков В. С. Общая химическая технология : учеб. для вузов по хим.-технол. направлениям подгот. бакалавров и дипломиров. специалистов / В. С. Бесков, 2006. - 452.
2. Кутепов А. М. Общая химическая технология : учеб. для вузов по специальностям хим.-технол. профиля / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен, 2005. - 528.
3. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие по курсам "Общая химическая технология" ... / А. Ю. Закгейм, 2011. - 302.
4. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди, 2013. - 447.

5. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям / И. М. Кузнецова [и др.], 2014. - 380.

### **8 Дополнительная учебная литература и справочная**

1. Общая химическая технология : учеб. для хим.-технолог. спец. вузов. В 2-х ч. Ч. 1. Теоретические основы химической технологии/ (И. П. Мухленов, А. Я. Авербух, Е. С. Тумаркина, И. Э. Фурмер) / Под ред. Мухленова И. П., 1984. - 255.

2. Общая химическая технология : учеб. для хим.-технолог. спец. вузов. В 2-х ч. Ч. 2. Важнейшие химические производства/ (И. П. Мухленов, А. Я. Авербух, Д. А. Кузнецов и др.) / Под ред. Мухленова И. П., 1984. - 262.

3. Игнатенков В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие для вузов / В. И. Игнатенков, 2021. - 195.

### **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

### **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

### **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows XP Prof rus (с активацией, коммерческая)
2. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010

### **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
2. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
3. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
4. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
5. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
6. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
7. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
8. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5

9. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
10. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
11. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
12. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
13. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
14. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
15. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
16. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
17. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
18. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5
19. Celeron G3930/2.9GHz/DDR 8Gb/HDD 500Gb/LG 23.5