

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 02.04.2025 16:21:29 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	МИНОВЕР НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Химическая технология" по направлению подготовки (специальности) «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	---	--	--------

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

**Химическая технология**

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Органическая и биоорганическая химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Год(ы) набора

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2023 г.





## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

формирование у студентов фундаментальных понятий и представлений о технологических процессах химического синтеза, выявление связи химической технологии с химическими науками;

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Изучение химического производства как сложной системы с точки зрения критериев эффективности и экологичности.
2. Рассмотрение теоретических основ анализа технологических схем.
3. Знакомство с методами расчета материального и энергетического балансов химических производств
4. Рассмотрение современного состояния химической технологии.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение следующих индикаторов:

УК-3.3. Имеет необходимые навыки организации и руководства работой команды;

ОПК-2-1. Обладает базовыми знаниями по безопасной работе в химической лаборатории;

ОПК-4-2. Умеет использовать знания теоретических основ физики и математики для планирования химического эксперимента, обработки и интерпретирования полученных результатов.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: К.М.02.04

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен знать теоретические основы дисциплин "Неорганическая химия", "Органическая химия", "Аналитическая химия".

Неорганическая химия

Аналитическая химия

Органическая химия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Знания, умения и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Химическая технология», могут быть использованы при планировании, обсуждении и выполнении экспериментальных работ в ходе производственной и технологической практик, а также при освоении дисциплины "Химическая технология органических веществ".

Производственная практика

Технологическая практика

Химическая технология органических веществ

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-3: Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели**

**Знать:**

Принципы организации команды

**Уметь:**

Распределять обязанности среди членов команды

**Владеть:**

Навыками руководства командой

**ОПК-2: Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности**

**Знать:**

Правила безопасной работы в лаборатории

**Уметь:**

Умеет безопасно проводить эксперименты по химической технологии с использованием лабораторных установок.



**Владеть:**

Владеет техникой проведения химического эксперимента с использованием лабораторного оборудования.

**ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач**

**Знать:**

Химическую природу технологического процесса.

**Уметь:**

объяснить результаты эксперимента на основе теоретических знаний физики и химии.

**Владеть:**

Первичными навыками расчета материальных балансов технологических процессов

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Знает основные правила безопасного проведения экспериментов в лаборатории; основы неорганической химии, физической химии, физики, математики.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Умеет безопасно проводить эксперименты по химической технологии с использованием лабораторных установок; использовать знания теоретических основ физической химии, физики и математики для планирования химического эксперимента, обработки и интерпретирования полученных результатов.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Имеет необходимые навыки организации и руководства работой команды. Владеет техникой проведения химического эксперимента с использованием лабораторного оборудования; математическим аппаратом необходимым для решения задач химической технологии.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>5 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 180 в том числе : аудиторные занятия : 126 самостоятельная работа : 1,1 часов на контроль : 36 контактная работа: 142,9 ИКР: 0	Виды контроля в семестрах:  экзамены 5 зачеты 5

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Химико-технологический процесс его содержание и теоретические основы.</b>			
1.1	Введение в химтехнологии. /Лек/	5	2	Л1.3 Л1.4 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Технологические критерии эффективности. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Теоретические основы химико-технологического процесса. Часть 1. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



Рабочая программа дисциплины "Химическая технология" по направлению подготовки (специальности)  
"Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 5

1.4	Теоретические основы химико-технологического процесса. Часть 2. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.5	Теоретические основы химико-технологического процесса. Часть 3. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.6	Химико-технологический процесс и его содержание. Предмет и задачи химической технологии. Химическая технология как наука. Классификация химических реакций, используемых в промышленных процессах. /Пр/	5	4	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.7	Теоретические основы химической технологии. Равновесие химических реакций. Константа равновесия и энергия Гиббса. Способы смещения равновесия. Механизм химической реакции, лимитирующие стадии. /Пр/	5	8	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.8	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	5	6,5	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.9	Основные химические производства. Тенденции развития современной химической промышленности. Химико-технологический процесс и его содержание. Кинетика химических процессов. Твердофазные реакции. Основы теории зарождения и роста новой фазы, топохимические реакции и реакции. /Ср/	5	0,2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 2. Энергия и эксергия их взаимосвязь, химические реакторы, материальный и тепловой балансы.</b>			
2.1	Виды и источники энергии в химической технологии. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Эксергия и энергия. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Химические реакторы. Часть 1. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.4	Химические реакторы. Часть 2. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.5	Химические реакторы. Часть 3. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.6	Взаимосвязь материального и теплового балансов в химическом реакторе. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.7	Энергия и эксергия в химической технологии. Термодинамическая неравноценность и превращаемость различных видов энергии. Эксергетический метод в химической технологии. Достоинства и недостатки эксергетического подхода. /Пр/	5	4	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.8	Химические реакторы, материальный и тепловой балансы. Аппаратурное оформление. Классификация реакторов по типу теплообмена, способу контакта между реагентами и катализатором. Реакторы идеального перемешивания и вытеснения. /Пр/	5	8	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.9	Оценка влияния различных факторов на степень равновесного превращения. /Лаб/	5	6	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



2.10	Цементация меди из слабокислого раствора. /Лаб/	5	6	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.11	Расчет математической модели химического реактора. /Лаб/	5	6	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.12	Моделирование процессов углетермического восстановления железных руд. /Лаб/	5	6	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.13	Расчет процессов раскисления стали. /Лаб/	5	6	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.14	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	5	3,3	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.15	Эксергия и анергия, связь с изменением энтропии. Диссипация эксергии и потери энергии. Различия энергетического и эксергетического балансов. Основы моделирования идеального реактора, принципы моделирования, математический аппарат. Балансовые уравнения в математической модели реактора. Каскад ректоров – достоинства и недостатки. /Ср/	5	0,3	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 3. Гетерогенные процессы, промышленный катализ.</b>				
3.1	Классификация и особенности гетерогенных систем и реакций. Часть 1. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Классификация и особенности гетерогенных систем и реакций. Часть 2. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Промышленный катализ. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.4	Гетерогенные процессы, промышленный катализ. Физические и химические свойства твердых промышленных катализаторов. /Пр/	5	8	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.5	Очистка хромсодержащих стоков. /Лаб/	5	6	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.6	Расчет параметров реактора окисления диоксида серы. /Лаб/	5	6	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.7	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	5	3,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.8	Многостадийность гетерогенных химических процессов. Диффузионная и кинетическая области. Границы раздела и фронт гетерогенной реакции. Методы смешения и разделения гетерогенных систем. Классификация катализаторов. /Ср/	5	0,3	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 4. Химическая технология и материаловедение.</b>				



4.1	Химическая технология и материаловедение. Часть 1. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Химическая технология и материаловедение. Часть 2. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Специальные материалы в химической технологии. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.4	Нanomатериалы как продукт химических технологий. /Лек/	5	2	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.5	Химическая технология и материаловедение. Специальные материалы в химической технологии. Конструкционные материалы, их физические, механические и химические свойства. Химические свойства наноматериалов /Пр/	5	4	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.6	Электрохимическое полирование нержавеющей стали. Ознакомление с методом электрохимической обработки металлов. /Лаб/	5	6	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.7	Электрохимическое цинкование. /Лаб/	5	6	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.8	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	5	3,6	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.9	Металлы и сплавы. Черные и цветные металлы и сплавы. Виды сплавов. Специальные материалы в химической технологии. Коллоидная химия и наноматериалы, особенности и свойства наноматериалов как химических систем. /Ср/	5	0,3	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Тестовые задания  
Вопросы для коллоквиума  
Вопросы для зачета  
Вопросы для экзамена

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерные вопросы коллоквиумов по курсу «химическая технология»  
Тема: «Термодинамические расчеты химико-технологических процессов»  
1. Обратимые и необратимые процессы  
2. Закон действующих масс. Связь  $K_p$  и  $K_c$   
3. Критическое состояние вещества. Приведенные давление и температура.  
4. Изобарно-изотермический потенциал как критерий самопроизвольности процесса. Связь константы равновесия и изобарно-изотермического потенциала для стандартного состояния.  
5 Принцип смещения равновесия Ле-Шателье.

Тема: «Энергетика химических процессов»  
1. Виды энергии и их превратимость.  
2. Эксергия. Определение.  
3. Расчет физической эксергии в различных процессах  
4. Сопоставление свойств эксергии и энергии.

Пример тестового задания  
по курсу «химическая технология»



№ 1. Тема: «Химико-технологический процесс, его фундаментальные критерии эффективности»

1. Укажите пределы изменения степени превращения, выхода, селективности:  
а)  $>1$ ; б)  $<1$ ; в) находятся в диапазоне от 0 до 1.
2. Производительность – это...  
а) отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;  
б) доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;  
в) отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции (и целевую и побочные);  
г) количество продукта, полученное в единицу времени.
3. Для высокого значения выхода целевого продукта необходимо:  
а) высокое значение только селективности;  
б) высокое значение только степени превращения;  
в) высокое значение селективности и степени превращения.
4. Степень превращения – это...  
а) отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;  
б) доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;  
в) отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции (и целевую и побочные);  
г) количество продукта, полученное в единицу времени.
5. Выход продукта – это...  
а) отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;  
б) доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;  
в) отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции (и целевую и побочные);  
г) количество продукта, полученное в единицу времени.
6. Полная или интегральная селективность – это...  
а) отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;  
б) доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;  
в) отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции (и целевую и побочные);  
г) количество продукта, полученное в единицу времени.
7. Мгновенная, или дифференциальная, селективность – это...  
а) отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;  
б) доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;  
в) отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции (и целевую и побочные);  
г) отношение скорости превращения исходных реагентов в целевой продукт к суммарной скорости расходования исходных реагентов.

**6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации**

Примерные вопросы к зачету

1. Из каких основных стадий состоит химико-технологический процесс? В каких стадиях химико-технологического процесса участвуют химические реакции?
2. Что такое химический процесс? Почему химический процесс как единичный процесс химической технологии сложнее по сравнению с тепловыми и массо-обменными процессами?
3. Какие технологические критерии эффективности химико-технологического процесса вы знаете?
4. Каковы пределы изменения степени превращения, выхода продукта, селективности?
5. Что означает выражение «реагенты взяты в стехиометрическом соотношении»?
6. В чем различия между действительной и равновесной степенями превращения реагента?
7. С какой целью при проведении химических процессов в промышленных условиях один из реагентов часто берут в избытке по отношению к стехио-метрии реакции? Каковы пути использования реагента, взятого в избытке и не вступившего в реакцию?
8. Выведите уравнение связи между выходом продукта и степенью превращения одного из реагентов для обратимой



химической реакции, не сопровож-дающейся побочными взаимодействиями.

9. В чем различие между полной (интегральной) и мгновенной (дифференциальной) селективностями?
10. Что называется производительностью, мощностью, интенсивностью?
11. Как связаны между собой: а) производительность и степень превращения реагента
12. Определите понятия «технологический режим», «технологическая схема процесса»..
13. Сформулируйте основные условия устойчивого равновесия.
14. Как принцип Ле Шателье помогает предсказать влияние изменения темпе-ратуры и давления на состояние равновесия химической реакции?
15. Почему можно исключить из выражения для константы равновесия кон-центрации компонентов, являющихся чистыми твердыми веществами или жидкостями?
16. Чем различаются определения скорости гомогенной и гетерогенной хими-ческих реакций?
17. В чем заключается различие между микрокинетикой и макрокинетикой?
18. Как составляют кинетические уравнения простых реакций?
19. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к математической модели химического реактора.
20. В чем заключается иерархический принцип моделирования химических процессов и реакторов?
21. Какие признаки могут быть положены в основу классификации химических реакторов?
22. Каковы различия в условиях перемешивания в проточных реакторах сме-шения и вытеснения?
23. Какой режим работы химического реактора называется стационарным? Возможен ли стационарный режим в периодическом реакторе? В полунепре-рывном реакторе?
24. Каким условиям должен удовлетворять элементарный объем, для которо-го составляются балансовые уравнения?
25. Каким должен быть элементарный промежуток времени при составлении балансовых уравнений для реакторов, работающих в стационарном режиме? В нестационарном режиме?
26. Какими математическими операторами описывается перенос импульса и массопере-нос?
27. Сформулируйте допущения модели идеального смешения.
28. Почему при составлении балансовых уравнений для реактора идеального смешения за элементарный объем может быть принят полный объем реакто-ра?
29. В чем состоят принципиальные различия в условиях теплообмена для изо-термического и адиабатического режимов работы реактора?

Примерные вопросы к экзамену:

1. Химико-технологический процесс и его основные стадии.
2. Классификация хим. реакций, лежащих в основе промышленных ХТП.
3. Степень превращения химической реакции.
4. Выход продукта химической реакции.
5. Селективность химического превращения.
6. Производительность и интенсивность ХТП.
7. Основные параметры термодинамических систем. Интенсификация хим. процесса.
8. Равновесие химических реакций, общие условия устойчивого равновесия.
9. Закон действующих масс (равновесных концентраций).
10. Уравнение изотермы Вант-Гоффа.
11. Константа равновесия и энергия Гиббса.
12. Способы смещения равновесия термодинамической системы, принцип Ле Шателье.
13. Эксергетический метод анализа химико-технологических систем.
14. Эксергия, ее химическая и физическая сущность.
15. Связь эксергии с энтропией.
16. Эксергетический баланс.
17. Потери эксергии, формула Гюи – Стодолы. Эксергетический КПД.
18. Превращаемость различных видов энергии.
19. Химические реакторы, их общая классификация.
20. Хим. реакторы смешения и вытеснения, общие сведения.
21. Классификация реакторов по способу организации процесса и стационар-ности.
22. Моделирование химического реактора, основные требования к модели.
23. Иерархический принцип в моделировании химических реакторов.
24. Структура математической модели хим. реактора.
25. Элементарный объем хим. реактора и основные изменения веще-ства при его прохождении.
26. Общее уравнение материального баланса через элементарный объем реактора.
27. Основные допущения в модели реактора идеального смешения.
28. Уравнение материального баланса для периодического реактора идеального смешения.
29. Уравнение мат. баланса для проточного реактора идеального смешения в стационарном режиме.
30. Реактор идеального вытеснения, основные допущения для возможности его функционирования.



31. Уравнение теплового баланса в химическом реакторе, общие понятия.
32. Тепловые режимы химических реакторов.
33. Ур-е теплового баланса для проточного реактора идеальн. смешения в неизотермическом режиме.
34. Гетерогенные процессы в хим. технологии.
35. Скорость гетерогенных процессов, диффузионная и кинетическая области.
36. Гетерогенно-каталитические процессы, влияние катализатора на механизм хим. реакции.
37. Активность и температура зажигания катализаторов.
38. Селективность, пористость и структура катализаторов.
39. Физические свойства катализаторов: прочность, термостойкость, размер и форма гранул.
40. Классификация материалов.
41. Механические свойства материалов.
42. Физические свойства материалов.
43. Металлы и сплавы, основные сведения.
44. Фазы в железоуглеродистых сплавах.
45. Неметаллические материалы, древесина.
46. Неметаллические материалы, пластмассы.
47. Неметаллические материалы, резина.
48. Неорганические материалы, стекло.
49. Неорганические материалы, керамика.
50. Неорганические материалы, ситаллы.
51. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена
52. Дифференциальное уравнение теплопроводности
53. Доменный процесс.
54. Становление химической технологии как науки
55. Горение топлива
56. Реакция Белла-Будуара
57. Образование и термическая диссоциация оксидов
58. Восстановление оксидов газами
59. Восстановление оксидов железа
60. Metallургические шлаки
61. Metallические расплавы
62. Раскисление металла
63. Термодинамический анализ глубинного раскисления

#### 6.4. Критерии оценивания

##### ПКритерии оценивания теста

Для получения оценки зачтено необходимо ответить правильно на 25 вопросов из 30

##### Критерии оценивания коллоквиума

Для получения оценки зачтено необходимо дать исчерпывающие ответы на 2/3 вопросов.

##### Критерии оценки за устный ответ на зачете

На зачете студенту нужно ответить на два вопроса.

Оценка «зачтено» – Студент дает точные ответы на поставленные вопросы, демонстрирует понимание излагаемого материала. Возможно допущение мелких неточностей.

Оценка «не зачтено» – Студент не знает ответы на все вопросы или допускает ошибки при ответе. Нет понимания излагаемого материала.

##### Критерии оценки вопросов экзамена

В экзаменационном билете содержится два теоретических вопроса

Оценка «Отлично» Выставляется если студент дал полные и правильные ответы на два вопроса билета. Материал излагался четко и логически стройно. Мог привести примеры, иллюстрирующие теоретический материал. Отвечает на дополнительные вопросы по курсу.

Оценка «Хорошо» Выставляется если студент твердо знает ответы на вопросы билета, грамотно излагает материал, но допускает небольшие неточности. Испытывает затруднения с примерами, иллюстрирующими теоретические выкладки.

Оценка «Удовлетворительно» Выставляется студенту если он не в полном объеме раскрыл вопросы билета. Нет полного понимания излагаемого материала. Приводятся недостаточно правильные формулировки различных терминов.

Оценка «неудовлетворительно» Выставляется студенту, если он при ответе на вопросы допускает грубые ошибки или не знает ответ только на один вопрос билета.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костанян А. Е., Айнштейна В. Г.	Книга 1: учебник ( <a href="https://e.lanbook.com/book/205946">https://e.lanbook.com/book/205946</a> )	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.2	Кузнецова И. М., Харлампиди Х. Э., Батыршин Н. Н.	Общая химическая технология: материальный баланс химико -технологического процесса : учебное пособие для вузов	Москва: Логос, 2007	
Л1.3	Корытцева А. К., Петьков В. И.	Химические реакторы. Введение в теорию и практику: учебное пособие ( <a href="https://e.lanbook.com/book/206207">https://e.lanbook.com/book/206207</a> )	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.4	Кузнецова И. М., Харлампиди Х. Э., Иванов В. Г., Чиркунов Э. В., Под р. Х.	Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем ( <a href="https://e.lanbook.com/book/187593">https://e.lanbook.com/book/187593</a> )	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Липин А. Г., Липин А. А.	Расчет адсорбционных установок: учебное пособие для курсового проектирования ( <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69965">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69965</a> )	Иваново : ИГХТУ, 2014	ЭБС
Л2.2	Граждан К. В., Исаева В. А., Кунин Б. Т., Репкин Г. И., Усачева Т. Р.	Сборник лабораторных работ по дисциплине «Общая химическая технология»: для студентов направления «химическая технология» ( <a href="https://e.lanbook.com/book/107405">https://e.lanbook.com/book/107405</a> )	Иваново : ИГХТУ, 2016	ЭБС
Л2.3	Марков Ю. Г., Маркова И. В.	Математические модели химических реакций: учебник	Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013	
Л2.4	Тюрин А. Г.	Руководство к лабораторным работам по химической технологии и моделированию технологических процессов. Ч. 2 : Математическое моделирование технологических процессов: учебное пособие	Челябинск : ЧелГУ, 1994	

#### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л3.1	Кимяшов А. А., Сыромолотов А. В.	Основы химической технологии: лабораторный практикум	Челябинск : Издательство Челябинского государственног о университета, 2019	

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> .
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> .



Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> .
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a> .
Э5	Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс] : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a> .

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

MS Office365

LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс]: база данных / Челяб. гос. ун-т. - Челябинск, 1992 - .
2. ChemNet [Электронный ресурс] : интернет-портал фундаментального химического образования России. - URL: [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru), свободный.
3. ChemPort.Ru, ММII-ММХV [Электронный ресурс] : химический интернет-портал - URL: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru) , свободный.
4. Элементы [Электронный ресурс] : научно-популярный портал.– URL:[www.elementy.ru](http://www.elementy.ru), свободный.
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
6. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.
7. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
8. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторного типа групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 50, учебная мебель, мультимедийный Проектор EPSONEB-X41, экран с электроприводом Lumen, активная акустическая система Microlabsolo-6с, ПК INTEL E 2140 ФОРМОЗА МОНИТОР TFT 17" Acer 1716 Fs(700;1.5ms, 1280x1024), компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами Монитор TFT17"LGL1718S.

Учебно-наглядные пособия:

Мультимедийная презентация, таблица Менделеева.

Программное обеспечение:

MS Windows XP Professional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008 г., MSOffice 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017г.

2. Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: лаборатория химической технологии

Основное оборудование:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Химическая технология" по направлению подготовки (специальности)  
"Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 13

Весы электронные ВЛТ-150П «Сартогосм», Весы ЛВ-210А, Аквадистилятор ДЭ-4, Выпрямитель электрического тока В-24, Верхнеприводное перемешивающее устройство ES-8300D, колориметр КФК-2, колбонагреватель ES-4100, электроплитка, магнитная мешалка LabTechMSH-1 LT.

3. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых консультаций, индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации

Основное оборудование: учебная мебель, доска ученическая обычная, настенная, мультимедийное интерактивное оборудование: мультимедийный проектор, экран с электроприводом, акустическая система.

Помещения для самостоятельной работы

Читальный зал № 1 ауд. 205.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 50, 5 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, учебная мебель, кондиционер.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 10 Pro. (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Microsoft Office 2016 Pro (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.).

Помещение для самостоятельной работы: Информационно-библиографический отдел.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 24, учебная мебель, 7 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (СВТ (ОАО ЦЕНТР) 18.02.10. Номер лицензии 46536280), Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (Договор № АЭ-61/10), Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level (Договор № АЭ-23/12, номер лицензии 60411804), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации) НЭБ (Договор № 101/НЭБ/2810 от 20.02.2018), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.)

Иные, удобные для обучающегося, помещения для самостоятельной работы с компьютерной техникой и с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Проверка качества усвоения знаний студентов по данной дисциплине включает в себя: текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль включает в себя тестовое задание и коллоквиум. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета и экзамена. Для получения зачета студент в течение семестра должен выполнить 7 лабораторных работ из практикума, оформить результаты в виде отчетов по лабораторным работам, сдать четыре коллоквиума, решить тест на разные темы и посетить не менее 90% семинарских занятий. Если по уважительным причинам студент не в полном объеме выполнил выше перечисленные требования, то – сдает зачет по вопросам.

Итоговый контроль осуществляется в форме устного экзамена в конце семестра. На подготовку ответов на 2 теоретических вопроса отводится не более 90 мин.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с бумажными источниками информации (конспектом, книгой, методическими указаниями), работа с источниками сети Интернет.

Изучать курс рекомендуется по темам в соответствии с программой (расположение материала в программе курса не всегда совпадает с расположением его в том или ином учебнике, но соответствует тематике лекционных занятий) постепенно, в течение семестра. Не следует переходить к изучению последующей темы, пока материал предыдущей темы не усвоен.

Изучать материал, относящийся к данной теме, следует по одному или нескольким из рекомендованных учебников. Для поиска необходимых сведений в учебнике можно использовать предметный указатель в конце книги.

При изучении материала по конспектам лекций следует обращать внимание на приводимые в лекциях ссылки сети



Интернет. Студенту следует больше “экспериментировать” с ними, изучать справочную систему, различные возможности и сервисы соответствующих сайтов. Особое внимание необходимо уделять англоязычным ресурсам, поскольку подавляющее большинство научной информации публикуется на английском языке. При знакомстве с подобными ресурсами не следует “бояться” английского языка, при наличии затруднений желателен пользоваться онлайн переводчиками и/или словарями. Перед осуществлением любого поиска информации следует тщательно продумывать стратегию: внимательно подходить к выбору ключевых слов, заранее продумывать их логические комбинации, знакомиться со справочной системой того или иного инструмента поиска и т.д. В процессе поиска необходимо обращать внимание на релевантность выдаваемых в процессе поиска документов. При поиске информации в реферативных базах данных желателен запоминать/записывать фамилии авторов работающих по интересующей студента тематике и осуществлять поиск других работ данных авторов. После каждого поиска необходимо детально фиксировать информацию о найденных документах (указывать, когда искали, где искали, какие ключевые слова использовали и т.д.).

В случае применения при изучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видеоконференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе».

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебных аудиториях обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.



Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.