

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
высокомолекулярных соединений и коллоидной химии  
Шестаков А.С.  
30.04.2020



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.04.01 Технологии основных органических и неорганических  
продуктов**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

04.03.01 Химия

**2. Профиль подготовки/специализация:** прикладная химия

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

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидной химии

**6. Составители программы:** Шестаков Александр Станиславович, доктор химических наук, доцент

**7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета,  
протокол № 3 от 19.03.2020

**8. Учебный год:** 2023-2024

**Семестр:** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование основ технологического мышления;
- раскрытие взаимосвязи между развитием химической науки и химической технологии;
- подготовка выпускников университетов к работе по созданию перспективных процессов, материалов и технологических схем.

Задачи учебной дисциплины:

- ознакомление с технологиями органических и неорганических продуктов;
- освоение принципов организации химического производства, технологических приемов;
- освоение принципов построения химико-технологических систем.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** курс входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную) блока Б1. Студент для изучения курса должен освоить курсы неорганической, физической, аналитической химии. Студент должен иметь представления о термодинамике и кинетике, владеть математическим аппаратом химии, иметь представление об основных классах неорганических и органических веществ и их реакционной способности. Дисциплина является параллельной для курса «Химическая технология».

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПКВ-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПКВ-1.1	Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знать: источники научно-технической информации, журналы отечественной и международной научной периодики, основы поиска патентной информации; Уметь: осуществлять поиск научно-технической информации с использованием ресурсов сети Интернет, баз данных; оформлять отчет о результатах поиска научно-технической информации; Владеть: приемами поиска научно-технической информации и методами составления отчетов о результатах поиска.
		ПКВ-1.2	Составляет аналитический обзор литературных источников по заданной тематике, оформляет отчеты о выполнении научно-исследовательских задач по заданной форме	
ПКВ-2	Способен проектировать и осуществлять направленный синтез химических соединений с заданным набором свойств в рамках поставленной за-	ПКВ-2.1	Способен проектировать направленный синтез химических соединений с заданным набором свойств в рамках поставленной задачи	Знать: методы синтеза неорганических и органических соединений, технику безопасности при проведении синтетических работ; Уметь: планировать и осуществлять синтез неорганических и органических соединений, готовить объекты анализа и проводить анализ; Владеть:
		ПКВ-2.2	Способен осуществ-	

	дачи		влять направленный синтез химических соединений по заданию специалиста более высокой квалификации	техникой лабораторных работ, приемами синтеза и анализа неорганических и органических соединений.
		ПКВ-2.3	Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	
		ПКВ-2.4	Готовит объекты исследования	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.**

**Форма промежуточной аттестации – зачет.**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			7 семестр	8 семестр	...
Контактная работа		90	90		
в том числе:	лекции	36	36		
	практические				
	лабораторные	54	54		
	курсовая работа				
Самостоятельная работа		18	18		
Промежуточная аттестация (для экзамена)					
Итого:		108	108		

**13.1. Содержание дисциплины**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК * ЭУМК «Основы химических производств» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3070">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3070</a>
1.1	Введение	Основные понятия химической технологии	
1.2	Основные химические производства	Производство серной кислоты.	
1.3		Технология минеральных удобрений.	
1.4		Технология производства аммиака.	
1.5		Технология азотной кислоты	
1.6		Первичная переработка нефти.	
1.7		Деструктивная переработка нефти.	
1.8		Синтезы на основе СО и Н <sub>2</sub> .	
1.9	Региональные химические производства	Технология получения формальдегида	
1.10		Технология получения ацетилена	
1.11		Технология получения уксусной кислоты	
1.12		Коксохимическое производство.	
1.13		Производство чугуна.	

1.14		Производство стали. Мидрекс-процесс.	
1.15		Меласса. Производство этилового спирта.	
1.16		Биотехнологические процессы. Получение лизина.	
1.17		Производство синтетических каучуков.	
1.18		Технология получения резиновых изделий.	
1.19		Производство портландцемента.	
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1		Определение сахара в корнеплодах и фруктах методом экстракции	ЭУМК «Химическая технология (бакалавры)» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3889</a>
2.2		Анализ нефтепродуктов	
2.3		Анализ синтетических латексов	
2.4		Определение серы в металлах и угле	
2.5		Реакторы в режимах идеального смешения и идеального вытеснения	
2.6		Окисление диоксида серы (процессы и реакторы)	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Основные понятия химической технологии	2				2
1.2	Производство серной кислоты.	2		6	1	9
1.3	Технология минеральных удобрений.	2			1	3
1.4	Технология производства аммиака.	2		6	1	9
1.5	Технология азотной кислоты	2			1	3
1.6	Первичная переработка нефти.	2		6	1	9
1.7	Деструктивная переработка нефти.	2		6	1	9
1.8	Синтезы на основе СО и Н <sub>2</sub> .	2		6	1	9
1.9	Технология получения формальдегида	1			1	3
1.10	Технология получения ацетилена	1			1	3
1.11	Технология получения уксусной кислоты	2			1	3
1.12	Коксохимическое производство.	2			1	3
1.13	Производство чугуна.	2		6	1	9
1.14	Производство стали. Мидрекс-процесс.	2		6	1	9
1.15	Меласса. Производство этилового спирта.	2		6	1	9
1.16	Биотехнологические процессы. Получение лизина.	2			1	3
1.17	Производство синтетических каучуков.	2		6	1	9
1.18	Технология получения резиновых изделий.	2			1	3
1.19	Производство портландцемента.	2			1	3
	Итого:	36		54	18	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В учебном процессе используются следующие формы работы:

- проведение лекций,
- проведение лабораторных работ,
- занятия в интерактивной форме (дискуссии),
- внеаудиторная самостоятельная работа студентов.

Организационная структура лекционного занятия:

1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса.
2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы.
3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах.
4. Заключение, формулировка выводов.
5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура лабораторного занятия:

1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов.
2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами.
3. Выполнение экспериментальной части работы.
4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде контрольной работы).

Контроль освоения теоретического материала проводится после прослушивания студентами лекционного материала по каждой теме в виде коллоквиума и выполнения домашних заданий. Выполнение домашних заданий контролирует лектор. Ежеженедельно студенты имеют возможность выяснять все вопросы, освоение которых вызывает трудности, на консультациях с лектором в специально отведенные для этого контактные часы.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: в 2 кн./под ред. В.Г. Айнштейна. - М. : Физматкнига : Логос, 2006.- Кн.1. –881с; Кн.2. –1757с.
2	Химико-технологические процессы : учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю. А. Комиссаров, М. Б. Глебов, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 359 с.
3	Теоретические основы химической технологии. / Москвичев Ю.А., Григоричев А.К., Павлов О.С. Уч. пособие, 3-е изд., стер.М. «Лань», 2018 г.
4	Баранов Д. А. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие / Д. А. Баранов. — 2-е изд. М. «Лань», 2018 г.
5	Бочкарев В. В. Оптимизация химико-технологических процессов : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. В. Бочкарев. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 263 с.
6	Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов./ под ред. Х.Э. Харлампида. – СПб.: «Лань», 2013. – 448 с.
7	Кутепов А.М. Общая химическая технология / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен .— 3-е изд., перераб. — М. : Академкнига, 2007 .— 528 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
8	Общая химическая технология: в 2 ч. / [И.П. Мухленов и др.] ; под ред. И.П. Мухленова .— М. : Альянс, 2009-.
9	Абалонин Б.Е. Основы химических производств / Б.Е. Абалонин, И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампиди / - М.: «Химия», 2001. – 472 с.
10	Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии / Ю.И. Дытнерский. - М.: Химия, 1995.-Т.1.-400с; Т.2.-383с.
11	Общая химическая технология / под ред А.Г. Амелина – М. «Химия», 1977. – 400 с.
12	Технологические и термодинамические особенности производства аммиака. метод. указания для студентов 4 курса дневн. отделения хим. фак./ сост.: В.А. Кузнецов. -Воронеж : ВГУ, 2004. - 35с.
13	Сафонов М.С. Критерии термодинамического совершенства технологических систем/М.С. Сафонов. - М. : МГУ, 1998. - 73с.
14	Кузнецов Л.Д. Синтез аммиака / Л.Д. Кузнецов. - М.: Химия, 1982. - 254с.
15	Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Н.Н. Лебедев. - М.: Химия, 1988. - 738с.
16	Основы технологии переработки пластмасс/под ред. В.Н. Кулезнева, В.К. Гусева. - М. : Химия, 1995.-367с.
17	Вольфкович С.И. Общая химическая технология: в 2 кн./С.И. Вольфкович. - М.: Химия.- Т.1-1952.-989с; Т.2. -1959. -806с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
1.	"Университетская библиотека online", <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
2.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента", <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
3.	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> - Зональная научная библиотека ВГУ.
4.	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a> - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
5.	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
6.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> –Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
7.	ЭУМК «Основы химических производств» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3070">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3070</a>
8.	ЭУМК «Химическая технология (бакалавры)» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3889">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3889</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Практикум по общей химической технологии / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: П.О. Кущев, В.А. Кузнецов, С.А. Шестаков .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017.— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-133.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-133.pdf</a> >
2	Инструкция по технике безопасности при работе в лаборатории с применением химических веществ. Воронеж : ВГУ, 2002 – 33 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение:

При реализации дисциплины используются классические образовательные технологии. Основные типы лекций – вводные лекции (в начале изучения дисциплины) и информационные лекции с визуализацией (мультимедийные презентации). Проведение текущих аттестаций и промежуточных аттестаций осуществляется в форме устного собеседования по КИМ. Самостоятельная работа по всем разделам предполагает выполнение обязательных письменных домашних заданий.

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Ноутбук
2. Мультимедийный проектор
3. Экран
4. Рефрактометр ИРФ-454 Б2М
5. Установка с насадкой Дина-Старка.
6. Прибор для работы с латексом.
7. Установка определения температуры вспышки.
8. Титровальная установка.
9. Весы аналитические.
10. Весы техно-химические.
11. Модульный спектрометр динамического и статического рассеяния света Photocor-Complex.
12. Компьютер.
13. Турбидиметр.
14. Ультразвуковой диспергатор.
15. Водоструйные насосы.
16. Шкаф сушильный
17. Шкаф вакуумный.
18. Фотометр КФК-3 «ЗОМЗ»
19. Аппараты Сокслета.
20. Термостаты.

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение	ПКВ-1, ПКВ-2	ПКВ-1.1, ПКВ-1.2, ПКВ-2.1, ПКВ-2.2, ПКВ-2.3, ПКВ-2.4	Тестовые задания
2.	Основные химические производства	ПКВ-1, ПКВ-2	ПКВ-1.1, ПКВ-1.2, ПКВ-2.1, ПКВ-2.2, ПКВ-2.3, ПКВ-2.4	Лабораторные работы Домашние задания Коллоквиум
3.	Региональные химические производства	ПКВ-1, ПКВ-2	ПКВ-1.1, ПКВ-1.2, ПКВ-2.1, ПКВ-2.2, ПКВ-2.3, ПКВ-2.4	Лабораторные работы Домашние задания Коллоквиум
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				

### 19.1. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного уни-

верситета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторные работы; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

### **19.1.1 Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: лабораторные работы, тестовые задания.

#### Перечень лабораторных работ:

- 1) Определение сахара в корнеплодах и фруктах методом экстракции.
- 2) Анализ нефтепродуктов.
- 3) Анализ синтетических латексов.
- 4) Определение серы в металлах и угле.
- 5) Реакторы в режимах идеального смешения и идеального вытеснения.
- 6) Окисление диоксида серы (процессы и реакторы).

Лабораторные работы выполняются на занятии в течение 3 академических часов. За этот период студент должен, ознакомившись с порядком выполнения задания, при помощи преподавателя и лаборанта выполнить практическую часть работы, представить полученные результаты преподавателю и, если позволяет время, приступить к оформлению работы и формулировке выводов. Следующее лабораторное занятие студент начинает с представления оформленной работы, отчитывается по работе и получает следующее практическое задание.

Вопросы для домашнего задания формулирует лектор на лекционном занятии. На следующем лекционном занятии студенты представляют решение домашнего задания, занятие начинается с обсуждения вариантов решения.

Коллоквиумы проводятся на лабораторном занятии, о чем преподаватель заранее сообщает обучающимся. Темы, по которым проводятся коллоквиумы, и программа к ним представлена в соответствующих методических указаниях, рекомендованных студентам. По согласованию с обучающимися коллоквиум и зачет может проводиться в форме устной беседы или форме тестирования по основным разделам курса. Экзамен проводится только в устной форме.

### **19.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по экзаменационным билетам (по билетам к зачету).

#### Вопросы к зачету

#### Основные понятия химической технологии

Химическая технология как наука, предмет, цель и методы исследования.

Классификация технологических процессов по отраслям.

Определение и стадии химико-технологического процесса. Переменные и постоянные компоненты химического производства.

Технические показатели химико-технологического процесса: производительность, интенсивность, расходные коэффициенты, степень превращения, выход, селективность.

Экономические показатели химико-технологического процесса: себестоимость, производительность труда, цена.

Эксплуатационные и социальные показатели химико-технологического процесса.

Организация химико-технологического процесса:



- химическая, принципиальная и технологические схемы;
- выбор параметров и методов их контроля;
- подбор материалов и аппаратуры;
- проектирование процесса (проектное задание, пояснительная записка, технологическая схема, рабочие чертежи)

Техническая документация (ГОСТы, ТУ, ISO, ASTM, технический регламент, технологический регламент).

#### Производство серной кислоты

Характеристика серной кислоты. Диаграмма системы  $H_2O - H_2SO_4 - SO_3$ . Сырье для производства серной кислоты. Контактный и башенный методы, химизм процессов. Способы получения обжигового газа (из серы, из колчедана) и его подготовки к окислению.

Аппаратурное оформление процесса, устройство оборудования, условия и режимы превращений. Контактное окисление диоксида серы, катализаторы, способы увеличения выхода  $SO_3$ . Метод двойного контакта, двойной абсорбции. Поглощение триоксида серы, технологические проблемы, возникающие на этой стадии и оптимальные условия получения серной кислоты.

#### Технология минеральных удобрений

Классификация: простые, комплексные, смешанные, сложные, микроудобрения. Бочка Либиха. Фосфорные удобрения. Простой суперфосфат. Химизм процесса. Камерный способ. Принципиальная и технологическая схема. Недостатки и ограничения применения простого суперфосфата. Двойной суперфосфат. Поточный метод производства. Технология гранулирования. Азотнокислое разложение фосфатов. Сложные NP и NPK удобрения.

Азотные удобрения. Производство аммиачной селитры. Устройство аппарата ИТН. Производство гранулированного продукта. Проблемы хранения аммиачной селитры. Производство карбамида. Смещение равновесия на стадии получения карбамата. Рециркуляция, стриппинг-процесс.

#### Технология производства аммиака

Сырьевая база азотной промышленности. Окисление метана с использованием  $O_2$ ,  $H_2O$  и  $CO_2$ . Двухступенчатая очистка природного газа от сернистых соединений. Двухступенчатая паровая и паровоздушная конверсия природного газа (катализаторы, технологические режимы, схема процесса, устройство трубчатых печей и конверторов II степени).

Моноэтаноламиновая очистка конвертированного газа от  $CO_2$  (абсорбция и регенерация). Очистка промывкой жидким азотом.

Синтез аммиака. Оптимальные условия процесса (температура, давление, объемная скорость), катализаторы. Устройство колонн синтеза и конденсационной.

#### Технология азотной кислоты

Реакции, используемые для получения  $HNO_3$ , и побочные процессы. Сырье для производства и предъявляемые к нему требования.

Факторы, влияющие на технологический процесс окисления аммиака: температура, давление, концентрация  $NH_3$ , катализаторы. Аппаратурное оформление конверсии аммиака. Устройство контактных аппаратов.

Стадия окисления NO, влияние различных факторов, оптимальные условия. Абсорбция нитрозных газов, устройство колонны абсорбции.

Методы получения концентрированной азотной кислоты: прямым синтезом из оксидов азота и концентрированием с использованием  $Mg(NO_3)_2$ .

#### Первичная переработка нефти

Классификация нефти по составу углеводородов, содержанию серы, фракционному составу.

Продукты нефтепереработки: жидкое и газообразное топливо, смазочные масла, консистентные смазки. Характеристики моторного топлива: октановое и цетановые числа, антидетонаторы (ТЭС, карбонилы Mn и Fe, МТБЭ).

Подготовка нефти к переработке (выделение попутных газов, обезвоживание, обессоливание, защелачивание). Дистилляция и ректификация нефти. Устройство ректификационных колонн.

Продукты ректификации и их характеристика.

#### Деструктивная переработка нефти

Экономические критерии деструктивной переработки.

Термический крекинг. Зависимость от температуры энергии Гиббса образования углеводородов. Радикальный механизм термических процессов. Реакции радикалов (рост и обрыв цепи). Парофазный и жидкофазный крекинг. Устройство трубчатой печи. Пиролиз. Коксование.

Каталитический крекинг. Ионный механизм каталитического крекинга. Склонность к превращениям углеводородов при термическом и каталитическом крекинге. Установки каталитического крекинга в псевдооживленном слое. Установки с движущимся катализатором.

Каталитический риформинг. Гидроформинг. Платформинг.

#### Синтезы на основе CO и H<sub>2</sub>

Катализаторы взаимодействия: кобальтовый, железный, никелевый, рутениевый; условия проведения процесса и продукты. Процесс Фишера-Тропша, историческое значение, проблемы и перспективы. Синтез метанола. Физико-химические основы процесса, последовательность превращений исходных веществ в продукты, катализаторы. Зависимость выхода метанола от давления, температуры, времени контакта с катализаторами, линия оптимальных температур. Схемы производства метанола. Производство при высоком давлении, принципы процесса, устройство колонны синтеза. Производство при низком давлении, шахтные и трубчатые реакторы. Области использования метанола.

#### Кокс и чугун

Коксохимическое производство. Сырье для получения кокса. Устройство коксовых печей, коксовые батареи. Процессы, происходящие в печи, способы тушения кокса. Переработка коксового газа и ее продукты. Процессы непрерывного коксования угля.

Производство чугуна, железные руды, флюсы. Подготовка сырья (обогащение, агломерация). Доменная печь, ее устройство и составные части, кауперы. Процессы, происходящие в доменной печи, виды чугуна, использование шлаков.

#### Сталь и MIDREX-процесс

Производство стали. Состав и свойства сталей. Мартеновская печь, устройство, процессы во время плавки (плавление, окисление, раскисление). Производство стали в конвертерных печах. Электродуговые печи. Сравнение сталеплавильных печей.

Мидрекс-процесс. Получение окатышей. Процесс восстановления в реакторе шахтного типа. Использование губчатого железа.

#### Меласса и спирт

Получение сахарного песка. Сырье, технологическая схема, процессы (колонный диффузионный аппарат, дефекатор, сатуратор, сульфитатор). Обработка уфелей, получение сахара, отделение мелассы.

Производство этилового спирта. Синтетический этанол. Производство этилового спирта с использованием мелассы (подготовка мелассы, дрожжегенераторы, бродильная батарея, продукты брожения). Состав бражки, принципы ректификации, полные и неполные ректификационные колонны (бражная, эспираторная, спиртовая), побочные продукты (барда, лютерная вода, сивушные масла).

#### Биотехнология. Производство лизина.

Характеристика биотехнологических процессов. Микробиологический синтез, требования к микроорганизмам. Стадии технологического процесса микробиологического синтеза. Факторы, влияющие на рост и развитие микроорганизмов. Ферментеры, их конструктивное оформление.

Производство L-аминокислот микробиологическим синтезом. L-лизин, свойства, применение. Технология получения L-лизина. Стерилизация питательной среды, технологического оборудования и коммуникаций. Получение посевного материала в инокуляторах. Культивирование продуцента и биосинтез лизина в промышленных ферментерах. Производство ЖКЛ, ККЛ, высококонцентрированных и высокоочищенных препаратов L-лизина.

#### Производство некоторых органических продуктов

Производство формальдегида. Получение окислением метана. Проблемы и перспективы метода. Окисление метанола. Катализаторы, технологическая схема и условия протекания процесса. Окислительное дегидрирование метанола.

Производство ацетилена. Карбидный способ, условия проведения процесса. Термические методы. Электрокрекинг метана. Термоокислительный пиролиз. Плазмохимические технологии. Закалка образующегося ацетилена.

Производство уксусной кислоты. Окисление ацетальдегида. Катализатор, условия процесса, продукты окисления. Карбонилирование метанола. Сравнение методов.

Получение мыла. Сырье, технологическая схема, условия проведения процесса.

#### Каучуки

Производство синтетических каучуков. Натуральный каучук, сравнение с синтетическим. Производство эмульсионного бутадиенстирольного каучука СКС-30. Состав и подготовка водной фазы (эмульгаторы, диспергаторы), подготовка углеводородной фазы. Состав шихты: регуляторы (ТДМ,

дипрокид), иницирующая система (гипериз, железный купорос, трилон-Б, ронгалит). Технологический режим, стопперы, стабилизаторы. Процесс коагуляции, коагулянты, серум. Получение товарного каучука.

Получение бутадиенстирольных термоэластопластов. Строение ДСТ-30. Технологическая схема, условия проведения процесса, подготовка шихты, инициатор. Получение товарного термоэластопласта.

#### Резина и шины

Технология получения резиновых изделий. Получение и состав сырой резиновой смеси, устройства смешения (резиносмеситель, вальцы, каландры), компоненты вулканизации. Строение шины, составные части. Поточная линия сборки покрышек, монтажный барабан, вулканизация, химизм процесса.

#### Цемент

Производство портландцемента. Состав цемента (алит, белит, алюминатная фаза, ферритная фаза). Сырье цементного производства, марки цемента. Получение клинкера в обжиговой печи (подогрев, декарбонизация, экзотермические реакции, спекание, охлаждение). Получение портландцемента из клинкера.

#### Тестовые задания (пример)

1. Что подается через фурму в конвертер?
2. Побочные продукты, образующиеся при сбраживании мелассы в спирт?
3. Примерные габариты коксовой печи?
4. Какова концентрация товарной азотной кислоты?
5. Что такое алит и белит?
6. Сырье для получения серной кислоты?
7. На каком катализаторе происходит окисление аммиака в производстве азотной кислоты?
8. Сырье для получения метанола.
9. Чем иницируют полимеризацию при получении термоэластопластов?
10. Продукты взаимодействия карбида кальция и воды в «сухом» способе?
11. Формула карбамида?
12. Что представляют продукты пиролиза?
13. По какой формуле рассчитывают степень превращения?
14. Что получают в ферментере?
15. Температура выплавки стали?

### **19.3. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации**

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом химической технологии;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять теоретические знания, решать практические задачи;
- 5) владение способами синтеза соединений и методами их исследования;
- 6) знание особенностей эксплуатации установок и аппаратуры, используемой на химических производствах;
- 7) знание проблем и перспектив развития химических производств;
- 8) умение определять оптимальные условия проведения технологических процессов.
- 9) умение раскрыть взаимосвязи между развитием химической науки и химической технологии;
- 10) владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено. Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области химической технологии.	Повышенный уровень	Зачтено
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен определять оптимальные условия проведения технологических процессов, допускает ошибки при описании конкретных установок и аппаратуры, используемой на химических производствах.	Базовый уровень	Зачтено
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен определять оптимальные условия проведения технологических процессов, не умеет устанавливать связь между знаниями основ химии и физики и областями применения этих знаний.	Пороговый уровень	Зачтено
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Не зачтено

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах устного опроса (фронтальная беседа) и письменных работ (выполнение практико-ориентированных заданий и контрольных работ).

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень сформированности умений и навыков в области физической химии.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше. При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре.