

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
**(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

Утверждаю

Директор института

Р.Н. Ястребинский



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

**Общая химическая технология**

направление подготовки (специальность):

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

Направленность программы (профиль, специализация):

**18.05.02 -05 Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной**  
**энергетики**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

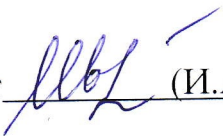
Институт **Химико-технологический**

Кафедра **Технологии стекла и керамики**

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности – 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 913
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): канд. техн. наук, доцент  (И.А. Ивлева)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТСК

« 27 » апреля 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  (В.А. Дороганов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Теоретической и прикладной химии

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, профессор  (В.И. Павленко)

« 27 » 04 2021г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией ХТИ

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  (Л.А. Порожнюк)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК- 2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности.	ОПК-2.3. Владеет основами технологических процессов и осваивает с применением базовых навыков технологическое оборудование.	<p><b>Знания:</b> основных принципов организации химического производства, его иерархической структуры, компонентов химической технологии, критериев выбора сырья, общих закономерностей химических процессов и методик оценки их эффективности, основ теории химических реакторов, принципов составления материальных и тепловых балансов;</p> <p><b>Умения:</b> рассчитывать технологические критерии эффективности химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта; выбирать и обосновывать сырьевую базу производства с учетом технологических и экономических критериев определить параметры наилучшей организации процесса;</p> <p><b>Навыки :</b> владения методиками анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Компетенция ОПК-2.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Электротехника и промышленная электроника.
2	Процессы и аппараты химической технологии.
3	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа.
4	Общая химическая технология
5	Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики.
6	Химические реакторы.
7	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита квалификационной работы.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зач. единиц, 324 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы <sup>2</sup>	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	324	324
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	141	141
лекции	34	34
лабораторные	68	68
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>3</sup>	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	183	183
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	129	129
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>4</sup>
<b>1. Химическая технология как предмет изучения</b>					
	Химическая технология-наука о химических процессах и способах переработки сырья в продукты потребления и средства производства. Этапы развития хим. технологии, ее роль в народном хозяйстве. Основные направления в развитии хим. техники и технологии. Содержание и структура дисциплины в химико-технологическом образовании.	2	-	-	1
<b>2. Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности</b>					
	Структура, состав и компоненты химического производства. Качественные и количественные критерии оценки эффективности химического производства: технологические, технические, технико-экономические, эксплуатационные, социальные показатели. Сырье, полупродукт, целевой и побочный продукты, отходы. Классификация химического сырья. Рациональное использование сырья в химической промышленности. Основные методы и способы подготовки твердого химического сырья: измельчение, классификация, обезвоживание, обогащение и др. Типы агрегатов для их осуществления, технологические схемы и показатели. Вода – как химическое сырье. Источники водоснабжения. Показатели качества воды. Способы промышленной водоподготовки. Водоснабжение химических предприятий. Классификация сточных вод химической промышленности. Экологические проблемы использования воды в химических технологиях. Использование воздуха в химическом синтезе.	8	8	20	34

<sup>4</sup> Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

	<p>Экологические проблемы выбросов в атмосферу. Источники энергии, используемые в химических технологиях. Классификация энергоресурсов, пути и способы их рационального использования. Новые виды энергии в химической технологии. Значение ВЭР в рациональном использовании энергии. Классификация ВЭР.</p>				
<b>3. Химико-технологические процессы</b>					
	<p>Классификация ХТП по комплексу признаков: химические признаки (вид химических реакций, термодинамические характеристик, схемы превращений); фазовые признаки (число взаимодействующих фаз и их агрегатное состояние), признаки стационарности процессов. Стадии ХТП, технологические режим, параметры процессов. Лимитирующие стадии, диффузионная и кинетическая области протекания ХП, пути и способы интенсификации ХП. Технологические критерии эффективности ХТП: степень превращения, выход продукта, селективность, скорость реакции и их взаимосвязь.</p> <p>Обратимые (равновесные) ХТП. Равновесие химических реакций. Законы смещения равновесия. Принцип Ле-Шателье, как основа управления равновесными ХТП. Термодинамический анализ. Константа равновесия – количественная характеристика равновесия. Сдвиг равновесия под воздействием основных технологических параметров ХТП: температуры, давления, концентрации реагирующих веществ. Равновесный состав реагирующей смеси. Константа равновесия и равновесная степень превращения</p> <p>Гомогенные процессы и их место в химическом производстве. Модельные обратимые и необратимые реакции, основные зависимости и константы гомогенных процессов. Практическое использование закономерностей в управлении гомогенными ХТП.</p> <p>Гетерогенные процессы и их место в химическом производстве. Фазовый состав в гетерогенных (некаталитических) ХТП. Примеры гетерогенных ХТП. Стадии гетерогенного ХТП. Лимитирующая стадия гетерогенного ХТП и ее определение. Области протекания гетерогенных ХТП. Гетерогенные процессы в системе «газ-твердое».</p> <p>Роль и место каталитических процессов в химическом производстве. Каталитические процессы, их классификация. Значение и области применения промышленного катализа. Технологическая характеристика твердых катализаторов. Сущность катализа. Механизм действия катализатора. Гетерогенный катализ на твердом пористом катализаторе.</p>	12	14	16	38

	Интенсификация ХТП, как основная задача, стоящая перед химической промышленностью. Пути интенсификации ХП: Использование новых технологических процессов, катализ, физико-химические факторы ускорения реакций, создание энергосберегающих и экологически чистых технологических процессов.				
<b>4. Химические реакторы.</b>					
	Классификация химических реакторов и режимов их работы. Требования к химическим реакторам, как основному аппарату ХТС (обеспечение и поддержание необходимых параметров процессов, достижение высоких технологических характеристик продуктов, обеспечение устойчивости и стабильности режима, минимальных затрат и т.д.). Изотермический и неизотермический процессы в химическом реакторе. Реактор идеального смешения. Реактор идеального вытеснения. Расчетные уравнения РИВ и РИС с учетом протекающих в них кинетических моделей химических реакций. Сравнение эффективности РИС и РИВ. Каскад реакторов идеального смешения.	4	6	8	19
<b>5. Химико-технологические системы (ХТС)</b>					
	Химическое производство как химико-технологическая система. Системный анализ ХТС. Состав, структура и элементы связи ХТС. Модели ХТС. Материальный и тепловой балансы ХТС, как метод определения эффективности ХТС.	2	6	8	17
<b>6. Химические производства</b>					
	Технология связанного азота. Получение синтез-газа из твердого и газообразного топлива. Синтез аммиака. Серная кислота в народном хозяйстве России. Сырье, способы его подготовки. Получение SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , дальнейшая технологическая переработка. Структурная схема производства H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> из колчедана. Нефть. Первичная переработка нефти. Сравнительная оценка процессов термического и каталитического крекинга. Заключительный обзор по новым химико-технологическим процессам, используемым в химической промышленности. Утилизация и обезвреживание отходов химических производств.	6	-	16	20
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>68</b>	<b>129</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>5</sup>
семестр № 4				
1.	Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности. (ОПК-2)	1. Промышленная водоподготовка	4	8
		Формы выражения и контроль результатов химических анализов		
		2. Расчеты состава сырья и методы его обогащения.	2	4
		3. Расходные коэффициенты	2	4
2.	Химико-технологические процессы (ОПК-2)	4. Технологические критерии эффективности химико-технологических процессов. Расчет состава реакционных смесей.	4	8
		5. Контрольная работа.	2	4
		6. Термодинамика в расчетах химических процессов.	2	4
		7. Равновесие в химико-технологических процессах.	2	4
		8. Кинетика в расчетах химических процессов.	2	4
		9. Гетерогенные процессы.	2	4
3.	Химические реакторы (ОПК-2)	10. Изотермический процесс в химическом реакторе.	2	4
		11. Неизотермический процесс в химическом реакторе.	2	4
		3. Расчет каскада реакторов идеального смешения.	2	4
4.	Химико-технологические системы (ОПК-2)	12. Материальный и тепловой балансы химико-технологических систем.	4	8
		13. Контрольная работа	2	4
ИТОГО:			34	68



### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>6</sup>
<b>семестр № 4</b>				
1.	Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности (ОПК-2)	1. Исследование флотации рудных минералов.	4	3
		2. Исследование флотации естественно-гидрофобных минералов.	4	3
		3. Определение дисперсности сыпучих материалов.	4	4
		4. Технический анализ воды.	4	4
		5. Умягчение воды.	4	3
2.	Химико-технологические процессы (ОПК-2)	1. Кинетика гетерогенной реакции окисления сульфита натрия.	8	8
3.	Химические реакторы	1. Реакторы в режимах идеального смешения и вытеснения.	8	6
4.	Химико-технологические системы (ОПК-2)	1. Получение едкой щелочи методом каустификации содового раствора	8	8
		2. Получение искусственного карналлита из хлормагнезиевого щелока.	8	6
5.	Химические производства(ОПК-2)	1. Изучение электрохимической коррозии.	4	4
		2. Определение скорости коррозии металлов.	4	4
		3. Определения качественных показателей нефтепродуктов и смазочных материалов.	4	4
		4. Технический анализ твердого топлива.	4	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>68</b>	<b>61</b>

### 4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий<sup>7</sup>

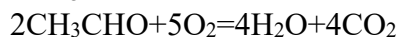
Расчетно-графическое задание выполняется на тему «Расчет материального и теплового баланса химико-технологических систем», детальное изучение которых предусмотрено при изложении курса. Пояснительная записка содержит разделы: введение, краткое описание сырьевых материалов и методов их обогащения, описание технологической схемы

производства с указанием стехиометрических уравнений, лежащих в основе получения целевых и побочных продуктов производства, расчеты материального и теплового баланса.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание для выполнения расчетно-графического задания.

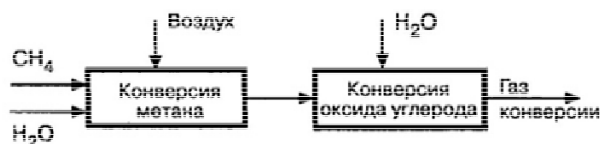
### Некоторые темы расчетно-графических заданий

1. Составить материальный баланс производства уксусной кислоты окислением ацетальдегида кислородом воздуха и рассчитать технологические показатели производства. Процесс окисления ацетальдегида в уксусную кислоту осуществляется в аппарате колонного типа при температуре 70-75 °С в присутствии солей и металлов переменной валентности, при этом протекают следующие реакции:

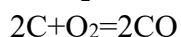
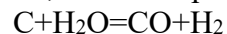


Производительность установки по ледяной уксусной кислоте 96,9 %-ной концентрации – 1500 кг/ч. Состав исходного ацетальдегида: ацетальдегид – 99 %, уксусная кислота – 0,5 %, вода – 0,5 %. Состав реакционной массы: уксусная кислота – 94 %, ацетальдегид – 2 %, муравьиная кислота – 1 %, вода – 3 %. Избыток воздуха по отношению к израсходованному по реакциям – 1,3.

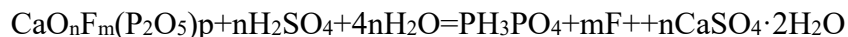
2. Составить уравнения материального баланса для ХТС конверсии метана водяным паром с целью получения стехиометрической азотно-водородной смеси для синтеза аммиака (рис.). Объем метана, подаваемого на конверсию  $V = 1000 \text{ м}^3$ , мольное соотношение метана и водяного пара 1:3.



3. Определить расход бурого угля (70 % массовых долей углерода), водяного пара и воздуха для получения 1000 м<sup>3</sup> генераторного газа, в состав которого входят, об. %: CO – 40, H<sub>2</sub> – 18, N<sub>2</sub> – 42. Процесс газификации протекает по реакциям:

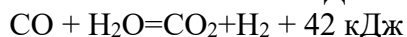
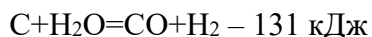


4. Рассчитать материальный баланс производства экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата, содержащего 39,4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 52 % CaO и 3 % F. Норма серной кислоты 100 % от стехиометрической на CaO. Коэффициент извлечения в P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> экстракторе 0,98, а коэффициент отмывки P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> при фильтрации 0,98. Концентрация исходной серной кислоты 76 %. Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в продукционной кислоте 32 %. В газовую фазу выделяется 20 % фтора от содержащегося в сырье. Влажность гипса на карусельном фильтре в первой зоне – 45 %, второй – 43 %, в третьей – 40 %, в четвертой – 38 %. В процессе фильтрации на 1 т. апатитового концентрата испаряется 26,5 кг воды. Расчет вести на 1 т апатитового концентрата.



5. Составить материальный баланс производства NH<sub>3</sub>. Степень превращения CaCN<sub>2</sub> составляет 75 %, а степень превращения в NH<sub>3</sub> 8,5 %. Расчет вести на производительность 70 т/сутки.

6. Составить материальный баланс процесса газификации 1 т кокса, идущей по реакциям:



В коксе содержится 3 масс. % зольных примесей, массовое соотношение пар:кокс=1,5, степень превращения углерода в коксе – 0,98, выход монооксида углерода – 0,9. Найти также общее количество подведенной теплоты.

7. Составить материальный баланс сжигания колчедана в печи КС-130. Производительность печи по колчедану 130т/сутки. Содержание серы в колчедане 31%. Содержание влаги в колчедане 3,2%. Содержание серы в огарке 1,5%. Содержание SO<sub>2</sub> в сухом печном газе 15%. Содержание O<sub>2</sub> в сухом печном газе 3%. Температура поступающего воздуха 18 °С. Относительная влажность воздуха 54%.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция. ОПК-2.** Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.3. Владеет основами технологических процессов и осваивает с применением базовых навыков технологическое оборудование.	Экзамен, защита расчетно-графического задания, защита лабораторных работ, разноуровневые задачи, собеседование

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Химическая технология как предмет изучения	1. Понятие химической технологии. Особенности химической технологии, как науки. 2. История развития химической технологии 3. Основные направления в развитии химической технологии.
2.	Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности. (ОПК-2)	1. Основные компоненты химической технологии. Классификация сырья. Рациональное использование сырья. Комплексная переработка сырья. 2. Механические способы разделения смесей твердых веществ. 3. Механические способы разделения смесей твердых веществ и жидкостей. 4. Физико-химические методы разделения газовых смесей. 5. Термическое разделение растворов и смесей жидкостей. 6. Флотация минералов. Виды флотационных реагентов и машин. 7. Воздух – сырьё химической промышленности.

		<p>8. Использование энергии в химической промышленности.</p> <p>9. Топливо и энергия в технологических процессах. Технологические характеристики топлива.</p> <p>10. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы.</p> <p>11. Вторичные энергоресурсы. Рациональное использование энергии в химической промышленности.</p> <p>12. Химия высоких энергий. Плазмохимические процессы.</p> <p>13. Водные ресурсы на Земле. Атмосферные, поверхностные и подземные воды. Физические свойства воды. Показатели качества воды.</p> <p>14. Показатели, характеризующие химические свойства и состояние воды. Способы выражения химического состава воды.</p> <p>15. Промышленная водоподготовка. Физико-химические методы умягчения воды.</p> <p>16. Водоснабжение химических предприятий. Классификация и методы очистки сточных вод химической промышленности.</p>
3.	<p>Химико-технологические процессы (ОПК-2)</p>	<p>1. Критерии эффективности ХТП (степень превращения, выход продукта, селективность).</p> <p>2. Химико-технологический процесс. Технологический режим и его параметры.</p> <p>3. Классификация химических реакций лежащих в основе ХТП.</p> <p>4. Движущая сила процесса для обратимых и необратимых реакций.</p> <p>5. Движущая сила процесса для обратимых и необратимых реакций.</p> <p>6. Общая скорость химического процесса в реакторе. Факторы, влияющие на скорость и равновесие химической реакции.</p> <p>7. Химическое равновесие. Закон действующих масс.</p> <p>8. Термодинамические расчеты химико-технологических процессов.</p> <p>9. Константа равновесия и энергия Гиббса. Уравнение изотермы Вант-Гоффа.</p> <p>10. Принцип Ле-Шателье. Изменение равновесного превращения в ХТП.</p> <p>11. Расчет равновесного состава реагирующей смеси.</p> <p>12. Константа равновесия и равновесная степень превращения.</p> <p>13. Типы химико-технологических процессов и способы их интенсификации.</p> <p>14. Зависимость скорости химических реакций от концентрации реагентов. Кинетические уравнения.</p> <p>15. Правило составления кинетических уравнений сложных реакций.</p> <p>16. Гетерогенный химический процесс. Основные понятия и определения.</p>

		<p>17. Кинетические модели гетерогенных процессов в системе «газ-твёрдое вещество».</p> <p>18. Основные стадии процесса, описываемого моделью с фронтальным перемещением зоны реакции.</p> <p>19. Основные свойства лимитирующей стадии гетерогенного процесса.</p> <p>20. Каталитические процессы. Катализаторы. Природа действия катализаторов.</p> <p>21. Технологические характеристики твёрдых катализаторов.</p> <p>22. Основные стадии и кинетические особенности гетерогенно-каталитических процессов.</p>
4.	Химические реакторы (ОПК-2)	<p>1. Классификация химических реакторов и режимов их работы. Изотермический и неизотермический процессы в химическом реакторе.</p> <p>2. Реактор идеального смешения.</p> <p>3. Реактор идеального вытеснения.</p> <p>4. Уравнение теплового баланса. Тепловые режимы химических реакторов.</p> <p>5. Изотермический и неизотермический процессы в химическом реакторе.</p> <p>6. Сравнение эффективности РИС и РИВ.</p> <p>7. Основные допущения модели каскада реакторов идеального смешения. Расчёт К-РИС.</p>
5.	Химико-технологические системы (ОПК-2)	<p>1. Химическое производство как химико-технологическая система.</p> <p>2. Исследование и анализ ХТС.</p> <p>3. Состав и структура химико-технологической системы.</p> <p>4. Типы связей и их назначение в ХТС.</p> <p>5. Модели химико-технологической системы.</p> <p>6. Расчёт состояния химико-технологической системы (материальный и тепловой балансы).</p> <p>7. Эффективность организации процесса в ХТС.</p>
6.	Химические производства (ОПК-2)	<p>1. Сырьевая база азотной промышленности</p> <p>2. Получение технологических газов из твёрдых топлив и природного газа</p> <p>3. Технологическая схема производства аммиака.</p> <p>4. Устройства колонны синтеза аммиака. Проанализируйте режим ее работы.</p> <p>5. Сырьё для производства серной кислоты и методы ее получения.</p> <p>6. Получение серной кислоты контактным методом из серы и серного колчедана.</p> <p>7. Производство серной кислоты контактным методом из серы.</p> <p>8. Охрана окружающей среды при производстве серной кислоты.</p> <p>9. Состав и свойства нефти. Нефть-сырьё химической промышленности.</p> <p>10. Физико-химические основы первичной переработки нефти.</p>

	<p>11. Особенности механизма каталитического и термического крекинга нефтепродуктов. Преимущества каталитического крекинга.</p> <p>12. Деструктивная переработка нефти. Термический крекинг.</p> <p>13. Пиролиз, коксование. Аппаратурное оформление</p> <p>14. Химико-технологические методы защиты окружающей среды.</p>
--	--

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты расчетно-графического задания

№ п/п	Тема РГЗ	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Составить материальный баланс сжигания колчедана в печи КС-130. Производительность печи по колчедану 130т/сутки. Содержание серы в колчедане 31%. Содержание влаги в колчедане 3,2%. Содержание серы в огарке 1,5%. Содержание SO <sub>2</sub> в сухом печном газе 15%. Содержание O <sub>2</sub> в сухом печном газе 3%. Температура поступающего воздуха 18 °С. Относительная влажность воздуха 54%.	<p>1. Как влияет выбор сырья для производства серной кислоты на технологическую схему процесса?</p> <p>2. Какие существуют способы обогащения колчедана?</p> <p>3. В чем преимущества печей КС при проведении процесса обжига колчедана перед другими типами печей?</p> <p>4. Как рассчитать интенсивность работы печи КС?</p> <p>5. Является ли реакция обжига колчедана в КС гомогенной или гетерогенной? Ответ обоснуйте.</p>
2.	Составить материальный баланс процесса газификации 1 т кокса, идущей по реакциям: $C + H_2O = CO + H_2 - 131 \text{ кДж}$ $CO + H_2O = CO_2 + H_2 + 42 \text{ кДж}$ В коксе содержится 3 масс. % зольных примесей, массовое соотношение пар : кокс=1,5, степень превращения углерода в коксе – 0,98, выход монооксида углерода – 0,9. Найти также общее количество подведенной теплоты	<p>1. Что такое степень углефикации твердого топлива?</p> <p>2. Что такое коксуемость углей?</p> <p>3. Приведите общую схему коксохимического производства?</p> <p>4. Какое топливо используется для обогрева коксовых печей?</p> <p>5. В чем преимущество сухого гашения кокса перед мокрым?</p> <p>6. Приведите в виде схемы последовательность операций при разделении прямого коксового газа</p>

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ, выполнения заданий для самоподготовки, выполнение и защита расчетно-графического задания, решение разно-уровневых задач. Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины «Общей химической технологии».

Текущий контроль изучения теоретического материала возможен с применением тестирования. Контрольные задания построены по принципу от простого к сложному.

### Темы и типовые контрольные вопросы текущего контроля

№	Наименование раздела дисциплины Компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	<p>Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности.</p> <p><b>Лабораторная работа №1</b> Исследование флотации кальцийсодержащих и рудных минералов</p> <p><b>Лабораторная работа №2</b> Исследование флотации естественно-гидрофобных минералов(ОПК-2) Практические занятия 2,3 (ОПК-2)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем отличие между продуктами и полупродуктами. По каким признакам классифицируется сырье</li> <li>2. Приведите способы обогащения твердого сырья с указанием оборудования.</li> <li>3. Приведите способы обогащения газообразного сырья с указанием оборудования</li> <li>4. В чем сущность процесса флотации.</li> <li>5. Назовите основные стадии процесса флотации Флотационные машины.</li> <li>6. Какими основными факторами можно воздействовать на показатели процесса флотации</li> <li>7. Дайте классификацию флотореагентам.</li> <li>8. Какова роль воздуха в процессе флотации.</li> <li>9. Какие основные показатели характеризуют процесс флотации.</li> <li>10. Дайте определения мгновенной и средней скорости флотации.</li> <li>11. Определить выход концентрата, степень извлечения и степень обогащения, если при обогащении 12 т сульфидной руды с массовой долей меди 1,5% получается концентрат массой 600 кг с массовой долей меди 24%.</li> </ol>
2.	<p>Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности</p> <p><b>Лабораторная работа №3</b> Определение дисперсности сыпучих материалов.(ОПК-2)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое дисперсная система?</li> <li>2. Что такое дисперсионный анализ?</li> <li>3. Назовите методы дисперсионного анализа.</li> <li>4. Какие характеристики описывают дисперсный состав?</li> <li>5. В чем заключается метод проведения ситового анализа и каковы методы его проведения?</li> <li>6. Как влияет на результаты определения удельной поверхности порошка содержание в нем фракций различного размера?</li> </ol>

		<p>7. Как влияет на результаты определения удельной поверхности порошков форма частиц? Как учесть этот фактор?</p> <p>8. У одного цемента удельная поверхность равна <math>280 \text{ м}^2/\text{кг}</math>, а остаток на сите 008 – 5 %, а у другого – <math>320 \text{ м}^2/\text{кг}</math> и 7 % соответственно. Что Вы можете сказать о гранулометрическом составе этих цементов?</p> <p>9. Как влияет на результаты определения удельной поверхности зернистого материала перепад давления?</p> <p>10. Как влияет на результаты определения удельной поверхности зернистого материала высота слоя?</p> <p>11. Можно ли способом проницаемости зернистого слоя определить удельную поверхность заполнителя из кварцевого песка или щебня? Если можно, то как?</p> <p>12. Каким методом лучше всего определить показатель дисперсности волокнистых материалов типа асбеста?</p> <p>13. Как влияет на результаты определения дисперсности порошков различными методами образование флокул?</p> <p>14. Цемент и отход обогащения железистых кварцитов, содержащий 30 % <math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math>, имеют одинаковую удельную поверхность по методу воздухопроницаемости. Какой из этих двух материалов имеет более высокое значение дисперсности, выраженное в <math>\text{м}^2/\text{м}^3</math>?</p>
3.	<p>Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности</p> <p><b>Лабораторная работа №4</b></p> <p>Технический анализ твердого топлива. (ОПК-2)</p> <p>Практические занятия 2,3 (ОПК-2)</p>	<p>1. Какова роль топлива в проведении технологических процессов?</p> <p>2. Составьте схему использования твердых видов топлива.</p> <p>3. Каковы технологические характеристики топлива?</p> <p>4. Что является «внешней золой» и «внутренней золой»?</p> <p>5. Какие виды влаги различают в угле?</p> <p>6. Какие вещества являются летучими?</p> <p>7. Какие вещества составляют балласт топлива?</p> <p>8. Опишите процесс подготовки шихты к коксованию.</p> <p>9. Напишите уравнение реакции термического превращения диеновых</p>



		<p>углеводородов в процессе формирования кокса.</p> <p>10. При анализе пробы воздушно-сухого угля установлено, что влага аналитическая <math>W_a</math> составляет 10,5 %, а зола <math>Z_a</math> – 5,37, сера <math>S_a</math> – 0,66 %. Вычислить массовую долю (в %) золы и серы в сухом угле.</p> <p>11. Определить число печей, обеспечивающих работу цеха коксохимического завода при годовой производительности коксовой батареи 1 млн т в год, насыпной плотности сухой шихты 0,26 т/м<sup>3</sup>, полезном объеме камеры коксования 130 м<sup>3</sup> и 5 печевыдачах в час.</p> <p>12. При транспортировке 200 т угля с массовой долей влаги 0,2 произошло частичное подсушивание его до 0,15 массовой доли. Какая масса угля поступит к месту назначения?</p> <p>13. Вычислить массовую долю серы и золы в пересчете на сухое вещество и летучих веществ в пересчете на горячую массу, если массовая доля серы в угле 0,0117, влаги 0,024, золы 0,1645 и летучих веществ 0,368.</p> <p>14. При определении летучих веществ в топливе общая потеря в массе при прокаливании составила 0,12 массовой доли. Рассчитать содержание летучих веществ в воздушно-сухом и сухом топливе, если аналитическая влага равна 0,038 массовой доли.</p> <p>15. Чем объясняется выбор температуры коксования и от чего зависит максимальная температура?</p> <p>16. Почему кокс, получаемый из каменного угля, воспламеняется труднее, чем уголь?</p>
4.	<p>Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности</p> <p><b>Лабораторная работа №5</b> Технический анализ воды.</p> <p><b>Лабораторная работа №6</b> Умягчение воды (ОПК-2) Практические занятия 1 (ОПК-2)</p>	<p>1. По каким признакам классифицируются природные воды?</p> <p>2. Физические свойства воды.</p> <p>3. Показатели, характеризующие химические свойства воды.</p> <p>4. Какие существуют формы выражения результатов химического анализа воды.</p> <p>5. Жесткость воды и ее виды.</p> <p>6. Укажите основные направления использования воды в химическом производстве. Приведите примеры.</p> <p>7. В чем заключается рациональное</p>

		<p>использование водных ресурсов в химической промышленности.</p> <p>8. Обработать химический анализ воды: <math>M - 3,077</math> мг/л; <math>Na^+ + K^+ - 7,0</math> мг/л; <math>Ca^{2+} - 59</math> мг/л; <math>Mg^{2+} - 15,7</math> мг/л; <math>Cl^- - 19,5</math> мг/л; <math>SO_4^{2-} - 214,95</math> мг/л; <math>HCO_3^- - 163,0</math> мг/л; <math>Fe^{3+} - 2,06</math> мг/л; <math>NH_4^+ - 0,15</math> мг/л; <math>pH - 7,7</math>. Вычислить все виды жесткости. Записать анализ воды в виде формулы химического состава (видоизмененная формула Курлова). Определить название воды по классификации Г.А. Щукарева и О.А. Алекина.</p> <p>9. Для умягчения водопроводной воды используется катионитовая колонка, рабочий объем которой <math>0,27</math> м<sup>3</sup>. Через колонку пропускают воду, жесткость которой <math>13</math> моль/м<sup>3</sup> <math>Ca^{2+}</math>. Объемная скорость течения воды <math>8</math> м<sup>3</sup>/ч. Определить емкость поглощения (в молях на метр кубический) катионита, если колонка работает без регенерации <math>16</math> ч.</p>
5.	<p>Химико-технологические процессы  <b>Лабораторная работа №7</b>          Кинетика гетерогенной реакции окисления сульфита натрия. (ОПК-2)          Практические занятия 8,9 (ОПК-2)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие гетерогенные процессы Вы знаете?</li> <li>2. Перечислите особенности и примеры применения гетерогенных процессов.</li> <li>3. Какие различают области протекания гетерогенных процессов.</li> <li>4. Какая стадия процесса окисления сульфита натрия является лимитирующей? На чем основан выбор катализатора того процесса?</li> <li>5. Приведите примеры технологических процессов «газ–жидкость» и способы организации взаимодействия газа с жидкостью (типы аппаратов).</li> <li>6. Нарисуйте схему и объясните структуру процесса «газ–жидкость». Какие этапы процесса можно выделить? В чем различие структур процессов «газ–жидкость» и «газ–твердое»?</li> <li>7. Как можно увеличить скорость превращения в процессе «газ–жидкость» в разных режимах его протекания?</li> <li>8. Как интенсифицировать процесс «газ–твердое (полностью реагирующее)» разных режимах его протекания?</li> <li>9. В чем заключается главная кинетическая особенность гетерогенных химических процессов?</li> <li>10. Какой смысл вкладывается в понятие</li> </ol>

		<p>«кинетическая область гетерогенного процесса», «диффузионная область»?</p> <p>11. Изобразите профиль изменения концентрации газообразного реагента при протекании гетерогенного процесса, описываемого моделью с фронтальным перемещением зоны реакции.</p>
6.	<p>Химико-технологические системы <b>Лабораторная работа №8</b> Получение едкой щелочи методом каустификации содового раствора. (ОПК-2) Практические занятия 4,5,7,13 (ОПК-2)</p>	<p>1. Методы получения едкой щелочи. 2. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса. 3. Выведите уравнение взаимосвязи между степенями превращения двух реагентов, вступающих в реакцию. 4. Сформулируйте основные условия устойчивого химического равновесия. Сформулируйте принцип Ле-Шателье. Как он помогает установить влияние температуры и давления на состояние равновесия химической реакции. 5. Сформулируйте допущение модели реактора идеального смешения. 6. Проанализируйте основные недостатки и достоинства реактора периодического действия. В каких производствах встречаются такие реакторы. 7. Способы интенсификации процесса каустификации. 8. Для чего на стадии каустификации нужен избыток оксида кальция. 9. В чем преимущества использования негашеной извести. 10. Рассчитайте стехиометрическое количество оксида кальция необходимое для каустификации 200мл 15-20% раствора <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>. 11. Определить выход продукта R и степень превращения <math>X_A</math> реагента A, если обратимая реакция <math>A \rightarrow 2R</math> протекает при условиях, когда равновесная степень превращения <math>X_{A,e} = 0,75</math>, а соотношение концентрации продукта и реагента после окончания реакции <math>C_R : C_A = 1</math>.</p>
7.	<p>Химико-технологические системы <b>Лабораторная работа №9</b> Получение искусственного карналлита из хлормagneиевого щелока(ОПК-2) Практические занятия 4,5,7,13 (ОПК-2)</p>	<p>1. Области применения карналлита. 2. Промышленные способы получения карналлита. 3. Описать с помощью диаграммы процессы: выпарки исходного раствора конверсии <math>\text{KCl}</math> и <math>\text{MgCl}_2</math> в карналлит и кристаллизацию карналлита. 4. Найти расход хлористого калия в тоннах на <math>100 \text{ м}^3</math> щелока, поступающего</p>

		<p>в выпарной аппарат для условия вашей задачи, если плотность раствора составляет <math>1,31 \text{ т/м}^3</math>.</p> <p>5. Найти количество выпаренной воды из 350 г щелока при изменении концентрации <math>\text{MgCl}_2</math> с 22 до 32 % (состав исходного щелока: 22 % <math>\text{MgCl}_2</math> и 70 % <math>\text{H}_2\text{O}</math>). Решить задачу графически и аналитически.</p> <p>6. Найти химический состав синтетического карналлита в % (<math>\text{KCl}</math>, <math>\text{MgCl}_2</math>, <math>\text{H}_2\text{O}</math>), если известен его фазовый состав: <math>\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot \text{H}_2\text{O} - 97 \%</math>, <math>\text{KCl} - 3 \%</math>.</p> <p>7. Найти фазовый состав синтетического карналлита, если известен его химический состав: 27,4 % <math>\text{MgCl}_2</math> и 23,45 % <math>\text{KCl}</math>.</p> <p>8. Определить изменение фазового состава солевого остатка в процессе испарения воды, если состав щелока составляет 20 % <math>\text{MgCl}_2</math> и 5 % <math>\text{KCl}</math>.</p>
8.	<p>Химические реакторы.  <b>Лабораторная работа №10</b>          Периодический реактор полного смешения (ОПК-2)          Практические занятия 10,11,12 (ОПК-2)</p>	<p>1. В чем различие реакторов РИС и РИВ?</p> <p>2. Жидкофазная реакция <math>2A \rightarrow R + S</math> имеет константу скорости <math>k = 0,38 \text{ л/(моль мин)}</math>. Объемный расход исходного вещества А с концентрацией <math>C_{A0} = 0,4 \text{ моль/л}</math> составляет 40 л/мин. Определить объем реакторов РИС и РИВ при проведении процесса до достижения степени превращения <math>X_A = 0,3</math>.</p> <p>3. В каких реакторах РИВ, РИС, К-РИС, К-РИС наблюдается наибольшая интенсивность процесса.</p> <p>4. Проводится жидкофазная реакция первого порядка <math>A \rightarrow R</math> с константой скорости, равной <math>K = 0,4 \text{ мин}^{-1}</math>. Объемный расход реагента составляет <math>v_0 = 25 \text{ л/мин}</math>. Сравнить степень превращения вещества А, достигаемую в реакторе смешения и вытеснения, объемом <math>V_p = 100 \text{ л}</math> каждый.</p>
9.	<p>Химические производства.  <b>Лабораторная работа №11</b>          Изучение электрохимической коррозии  <b>Лабораторная работа №12</b>          Определение скорости коррозии металлов. (ОПК-2)</p>	<p>1. Какие существуют механизмы коррозии. Что такое коррозия металлов? Каковы причины возникновения коррозии?</p> <p>2. По каким признакам классифицируется коррозия металлов?</p> <p>3. Перечислите виды коррозии.</p> <p>4. Что понимают под термином "точечная коррозия" и "межкристаллитная коррозия"?</p>

		<p>5. Какие существуют механизмы коррозии?</p> <p>6. Что такое электрохимическая коррозия металлов?</p> <p>7. На чем основан "объемный метод" определения скорости коррозии?</p> <p>8. Какие методы (способы) защиты от коррозии вы знаете?</p> <p>9. Какие процессы протекают при электрохимической кислородной коррозии влажных стальных поверхностей?</p> <p>10. В чем сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты железа в электролите, содержащем растворенный кислород. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.</p> <p>11. На чем основана коррозионная стойкость нержавеющей сталей?</p> <p>12. Что представляет собой система защиты от коррозии?</p> <p>13. Опишите катодную защиту от коррозии.</p> <p>14. Если пластинку из чистого цинка опустить в разбавленную кислоту, то начавшееся выделение водорода вскоре почти прекращается. Однако при прикосновении к цинку медной палочкой на последней начинается бурное выделение водорода. Дайте этому объяснение, составив электронные уравнения анодного и катодного процессов. Напишите уравнения протекающей химической реакции.</p> <p>15. Изделие, изготовленное из свинца, эксплуатируется в нейтральном растворе хлорида калия. Какие металлы можно использовать в качестве протектора? Приведите электронные уравнения анодного и катодного процессов для одного из протекторов.</p> <p>16. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих при коррозии сплава Sn-Zn в кислой среде и во влажном воздухе. Какие продукты коррозии будут образовываться в каждой среде?</p> <p>17. В раствор серной кислоты поместили две железных пластинки, одна из которых частично покрыта свинцом, а</p>
--	--	---

		<p>другая титаном. В каком случае процесс коррозии железа протекает менее интенсивно? Ответ мотивируйте с помощью расчета ЭДС. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов. О каком покрытии идет речь в каждом случае?</p> <p>18. Приведите примеры двух металлов, пригодных для протекторной защиты железа. Для обоих случаев напишите уравнение электрохимической коррозии во влажной среде, насыщенной кислородом. Будет ли оксидная пленка, образующаяся на алюминии, обладать защитными свойствами?</p>
10.	<p>Химические производства.  <b>Лабораторная работа №13</b>  Определение качественных показателей нефтепродуктов и смазочных материалов. (ОПК-2)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называют температурой вспышки.</li> <li>2. Для каких фракций нефти нормируется температура вспышки.</li> <li>3. Значение температур вспышки для различных фракций в соответствии с ГОСТом.</li> <li>4. Влияние различных углеводородов на температуру вспышки.</li> <li>5. Влияние атмосферного давления и влажности воздуха на температуру вспышки.</li> <li>6. Химический состав дизельных и реактивных топлив. Влияние состава топлива на температуру вспышки.</li> <li>7. Химический состав смазочных масел. Влияние состава масел на температуру вспышки.</li> <li>8. Основные эксплуатационные показатели качества дизельных и реактивных топлив, их характеристика.</li> <li>9. Каковы состав и свойства нефти? Какое значение нефть имеет как сырье химической промышленности?</li> <li>10. Какие важнейшие нефтепродукты получают на нефтеперерабатывающих заводах.</li> <li>11. Приведите общую схему переработки нефти.</li> <li>12. Для чего проводятся операции стабилизации, обессоливания и обезвоживания добытой нефти?</li> <li>13. Какие процессы нефтепереработки называются первичными и вторичными?</li> <li>14. Каковы физико-химические основы</li> </ol>

	<p>первичной переработки нефти?</p> <p>15. Какие термические процессы переработки нефти вы знаете?</p> <p>16. Объясните механизм термических процессов. Какими химическими превращениями сопровождается термический крекинг?</p> <p>17. В чем преимущества каталитического крекинга перед термическим?</p> <p>18. Что такое октановое число? От чего оно зависит? Какие существуют способы увеличения октанового числа?</p> <p>19. Объясните сущность и назначение основных методов очистки нефтепродуктов.</p> <p>20. Как меняется плотность нефти в зависимости от: а) возраста нефти; б) количества растворённых в ней газов; в) фракционного состава?</p> <p>21. Как плотность зависит от: а) температуры; б) от присутствия углеводородов разветвлённого строения; в) от присутствия ароматических углеводородов?</p> <p>22. Что такое относительная плотность? В каких единицах она измеряется? Как связаны плотность и удельный вес?</p>
--	---

### Типовые варианты тестов для текущего контроля в семестре

Раздел дисциплины	Вопросы	Ответы
Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности (ОПК-2)	Сырьем называются природные ..... продукции	Вставить пропущенное понятие
	Полупродуктом называется сырье, ....., но не потребленное в качестве готового целевого продукта	Вставить пропущенное понятие
	Концентрат – фракция ..... компонентов горной породы	Вставить пропущенное понятие
	Выход концентрата определяется отношением .....к массе взятой руды	Вставить пропущенное понятие
	Степень обогащения –это отношение массовой ..... к массовой доли	Вставить пропущенное понятие
	Степень извлечения – это отношение массы извлеченного полезного вещества.....к его массе.....	Вставить пропущенное понятие
	Определить количество флотуруемой руды в тоннах ,если выход концентрата равен 5,5%, количество полученного концентрата – 275 кг.	1. 15т. 2 .5т. 2. 3т.

На обогатительной фабрике флотации подвергается руда, содержащая 1,3% меди. При флотации 1 тонны исходной руды получается 110,5 кг концентрата. Определить выход концентрата в процентах.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 13%</li> <li>2. 17%</li> <li>3. 11,5%</li> </ol>
На обогатительной фабрике флотации подвергается руда, содержащая 1,3% меди. При флотации 1 тонны исходной руды получается 110,5 кг концентрата, содержащего 9,6% меди. Определить степень извлечения меди.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 90%</li> <li>2. 45%</li> <li>3. 81,5%</li> </ol>
Мокрое гравитационное обогащение осуществляют в:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Воздушных сепараторах</li> <li>2. Классификаторах</li> <li>3. Гидроциклонах</li> <li>4. Грохотах</li> </ol>
Для повышения гидрофобности частиц отдельных минералов вводят:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подавители</li> <li>2. Коллекторы</li> <li>3. Пенообразователи</li> <li>4. Собиратели</li> </ol>
Жидкие растворы различных веществ концентрируют: упариванием растворителя,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Упариванием растворителя</li> <li>2. Вымораживанием</li> <li>3. Экстрагированием</li> <li>4. Седиментацией</li> </ol>
Газовые смеси разделяют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конденсацией</li> <li>2. Ионообменом</li> <li>3. Центрифугированием</li> <li>4. Последовательным испарением</li> </ol>
Технологические характеристики топлива.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Жаропроизводительность</li> <li>2. Балласт</li> <li>3. Теплота сгорания</li> <li>4. КПД</li> </ol>
Низшей теплотой сгорания - называют количество теплоты, выделяющееся при сгорании 1 кг водорода с образованием .....	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Углекислого газа</li> <li>2. Водяного пара</li> <li>3. Воды</li> <li>4. Угарного газа</li> </ol>
Твердое и жидкое топливо состоит из: :	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Балласта</li> <li>2. Энергоемкости</li> <li>3. Горючей массы</li> </ol>
По виду энергии вторичные энергетические ресурсы ( ВЭР ) разделяют на:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механические</li> <li>2. Электромагнитные</li> <li>3. Горючие</li> <li>4. Избыточного давления</li> <li>5. Тепловые</li> </ol>
При достижении катионитами заданного	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. NaCl</li> </ol>



	предела объемной емкости их регенерируют промывкой раствором . . . . . .....	2. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3. FeSO <sub>4</sub> 4. NaOH
	Способ удаления из воды растворенных газов - .....	1. Экстракция 2. Абсорбция 3. Дегозация 4. Десорбция
	1. Временная жесткость . 2. Карбонатная 3. Постоянная	1. CaCl <sub>2</sub> ; CaSO <sub>4</sub> ; MgCl <sub>2</sub> ; 2. Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 3. CaCO <sub>3</sub> ; Mg CO <sub>3</sub>
Химико-технологические процессы (ОПК-2)	Химическая технология – наука о наиболее экономичных и экологически обоснованных методах . . . . . переработки сырых природных материалов в предметы потребления и средства производства	1. Химической 2. Физической 3. Экономичной 4. Последовательной
	Степень превращения – это . . . . . исходного реагента, использованного на химическую реакцию	1. Часть 2. Доля 3. Процент
	Степень превращения реагента $J$ : $x_J = \frac{n_{J,0} - n_{J,f}}{?}$	1. $n_{J,0}$ 2. $n_{J,f}$
	Технологический режим – совокупность . . . . . , определяющих условия работы аппарата, или системы аппаратов.	1. Химических стадий 2. Технологических параметров
	Технологическая схема – рационально построенная система . . . . . , соединённых различными видами связей, позволяющих получить заданный продукт, заданного качества из природного сырья или полуфабрикатов	1. Химических стадий 2. Единичных аппаратов 3. Параметров
	Из каких основных стадий состоит химико-технологический процесс? Определите последовательность стадий процесса.	1. Химическое превращение подготовленного сырья в продукты реакции; 2. Подготовка сырья к химической переработке 3. Выделение целевого продукта из реакционной смеси и его очистка
	Какое из неравенств справедливо, если реагент А в уравнении $aA + bB \rightleftharpoons rR + sS$ взят в избытке:	1. $X_A < X_B$ 2. $X_A = X_B$ 3. $X_A > X_B$
	Какое из неравенств справедливо, если реагент А в уравнении $aA + bB \rightleftharpoons rR + sS$ взят в недостатке:	1. $X_A < X_B$ 2. $X_A = X_B$ 3. $X_A > X_B$

	Какое из ниже перечисленных уравнений определяет количество продукта R для реакции $aA + bB \rightleftharpoons rR + sS$	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>C_R = C_{A,o} \cdot X_A \cdot (r/a)</math></li> <li><math>n_{R,e} = n_{A,o} \cdot X_{A,e} \cdot (r/a)</math></li> <li><math>n_R =  \Delta n_A  \cdot (r/a)</math></li> </ol>
	Какое из ниже перечисленных уравнений определяет количество продукта R для реакции $aA + bB = rR + sS$	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>n_R = n_{A,o} \cdot X_A \cdot (r/a)</math></li> <li><math>n_{R,e} = n_{A,o} \cdot X_{A,e} \cdot (r/a)</math></li> <li><math>n_R =  \Delta n_A  \cdot (r/a)</math></li> </ol>
	. Какое из ниже перечисленных уравнений определяет количество продукта R для реакции если вещество A находится в избытке $aA + bB = rR + sS$	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>n_R = n_{A,o} \cdot X_A \cdot (r/a)</math></li> <li><math>n_{R,e} = n_{A,o} \cdot X_{A,e} \cdot (r/a)</math></li> <li><math>n_R = n_{B,o} \cdot X_B \cdot (r/b)</math></li> </ol>
	В химической реакции участвуют два реагента A и B, причем, на каждый моль реагента A взято по 2 моль реагента B. В каком случае будет справедливо утверждение, что степень превращения $X_A$ реагента A больше степени превращения в реагента B.	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>C_a/C_b &lt; 0,5</math></li> <li><math>C_a/C_b &lt; 0,2</math></li> <li><math>C_a/C_b &gt; 0,5</math></li> </ol>
Химико-технологические процессы (ОПК-2)	В химической реакции участвуют два реагента A и B, причем, на каждый моль реагента A взято по 2 моль реагента B. В каком случае будет справедливо утверждение, что степень превращения $X_A$ реагента A меньше степени превращения $X_B$ реагента B	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>C_a/C_b &lt; 0,5</math></li> <li><math>C_a/C_b &lt; 0,2</math></li> <li><math>C_a/C_b &gt; 0,5</math></li> </ol>
	В химической реакции участвуют два реагента A и B, причем, на каждый моль реагента A взято по 2 моль реагента B. В каком случае будет справедливо утверждение, что степень превращения $X_A$ реагента A равна степени превращения $X_B$ реагента	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>C_a/C_b &lt; 0,5</math></li> <li><math>C_a/C_b = 0,2</math></li> <li><math>C_a/C_b = 0,5</math></li> </ol>
	Определите уравнение связи между степенями превращения 2-х реагентов, вступающих в реакцию $aA + bB \rightarrow rR + sS$ , если известно, что для проведения реакции взято $n_A$ , моль реагента A и $n_{B,0}$ моль реагента B.	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>X_B = \frac{n_{B,0} - n_{B,f}}{n_{B,0}}</math></li> <li><math>X_B = \left( \frac{n_{A,0}/n_{B,0}}{a/b} \right) \cdot X_A</math></li> <li><math>X_B = \frac{n_{A,0}}{n_{B,0}} \cdot X_A</math></li> </ol>
	Уравнение выхода продукта $\Phi_R$ для обратимой простой химической реакции:	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\Phi_R = X_A</math></li> <li><math>\Phi_R = (X_A / X_{A,e})</math></li> <li><math>\Phi_R = \frac{n_R}{n_{A,0} \cdot X_{A,e} \cdot (r/a)}</math></li> </ol>
	Определить степень превращения вещества $X_A$ для реакции $A + 2B \rightleftharpoons 2R + S$ , если начальное количество реагентов $n_{A,0} = 10$ кмоль,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1,0</li> <li>0,6</li> <li>0,8</li> </ol>

	$n_{B,0} = 25$ кмоль. В реакционной смеси выходящей из реактора содержится 12 кмоль продукта R.	
	Полная селективность – это отношение количества исходного реагента, . . . . ., к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расходуемого на целевую реакцию</li> <li>2. Расходуемого на побочную реакцию</li> <li>3. Расходуемого на параллельную реакцию</li> </ol>
	Уравнение взаимосвязи между выходом ( $\Phi$ ) целевого продукта R и степенью превращения реагента A и полной селективностью ( $\phi$ ) для обратимой реакции.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Phi_R = \frac{n_R}{n_{A,0} \cdot (r/a)}</math></li> <li>2. <math>\Phi_R = \phi \cdot X_A</math></li> <li>3. <math>\Phi_R = \phi \cdot (X_A / X_{A,e})</math></li> </ol>
	Интенсивность измеряется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кг/ч·м<sup>3</sup></li> <li>2. кг/ч</li> <li>3. т/сут·м<sup>3</sup></li> <li>4. т/год</li> </ol>
	.Вычислить интенсивность и производительность колонны синтеза аммиака диаметром 1м, высотой 14м, если за 10 суток произведено 2тыс. тонн аммиака.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 200т/сут,</li> <li>2. 18,2 т/сут.м<sup>3</sup></li> <li>3. 10,19т/сут</li> </ol>
	Определить интенсивность печи с кипящим слоем пирита при диаметре решетки 6м и производительности 150т/сут	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 150т/сут м<sup>2</sup></li> <li>2. 5,30 т/сут.м<sup>2</sup></li> <li>3. 15,30 т/сут м<sup>2</sup>..</li> </ol>
	Химические реакции по фазовому составу реакционной системы бывают:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каталитические;</li> <li>2. гомофазные;</li> <li>3. гетерофазные;</li> <li>4. гомогенные;</li> <li>5. эндотермические;</li> <li>6. гетерогенные.=</li> </ol>
	Закон действующих масс:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>U = k \cdot C_a^b \cdot C_B^b</math></li> <li>2. <math>K_C = \frac{C_{k,e}^r \cdot C_{S,e}^s}{C_{A,e}^a \cdot C_{B,e}^b}</math></li> <li>3. <math>K_p = \frac{P_{R,e}^r \cdot P_{S,e}^s}{P_{A,e}^a \cdot P_{B,e}^b}</math></li> <li>4. <math>\Delta C = (C_A - C_{A,e})^a \cdot (C_B - C_{B,e})^b</math></li> </ol>
	Уравнение изотермы Вант-Гоффа:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S</math>;</li> <li>2. <math>\Delta G = -RT \ln K_p</math></li> <li>3. <math>K_p = \frac{X_{P,e}}{1 - X_{P,e}}</math></li> <li>4. <math>\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}</math></li> </ol>
	В каких из приведенных ниже уравнениях реакций, повышение давления смещает равновесие в сторону образования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3</math>;</li> <li>2. <math>2C_2H_5OH \rightleftharpoons C_4H_6 + 2H_2O + H_2</math>;</li> </ol>

	продуктов реакций:	3. $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{CO}_2$ ; 4. $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ .
	Используя принцип Ле-Шателье, проанализируйте для приведенных реакций влияние повышения температуры на смещение равновесия вправо:	1. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ ; $\Delta H < 0$ ; 2. $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ; $\Delta H < 0$ ; 3. $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + 3\text{H}_2$ ; $\Delta H > 0$ .
	. Кинетическое уравнение по веществу R – участника сложной реакции: $A + B \xrightarrow{k_1} R$ $R \xrightarrow{k_2} S + T$ $R \xrightarrow{k_3} M + N$	1. $w_r = -k_1 c_A c_B + k_2 c_R + k_3 c_R$ ; 2. $w_r = k_1 c_A c_B - k_2 c_R c_S$ ; 3. $w_r = -k_1 c_A c_B + k_2 c_R c_S$ ; 4. $w_r = k_1 c_A c_B + k_2 c_R + k_3 c_R$ ;
	В гомогенной химической реакции участвуют два реагента А и В. Реакция имеет первый порядок по реагенту А и второй порядок по реагенту В. Увеличение концентрации такого реагента даёт больший эффект увеличения скорости реакции?	1. А 2. В
	Укажите последовательность протекания реакции $A+B \rightarrow R$ в присутствии катализатора:	1. $A K_T + B \rightarrow R K_T$ ; 2. $A + K_T \rightarrow A K_T$ ; 3. $R K_T \rightarrow R + K_T$
	Контактная масса твердого катализатора состоит из собственно катализатора и ...	1. Носителей 2. Депрессоров 3. Активаторов 4. Промоторов
Химические реакторы (ОПК-2)	По условиям теплообмена химические реакторы бывают:	1. Адиабатические 2. Периодические 3. Неизотермические 4. Политропические
	В реакторе идеального смешения устанавливаются абсолютно одинаковые показатели в любой его точке	1. Химический состав 2. Концентрация реагентов 3. Температура 4. Скорость химической реакции 4. Степень превращения
	Уравнение материального баланса для периодического реактора идеального смешения:	1. $\tau = c_{J,0} \int_0^{x_{J,f}} \frac{dx_J}{w_{r,J}(x_J)}$ 2. $\tau = \frac{c_{J,0} - c_{J,f}}{w_{r,J}}$
	Для какого типа проточных реакторов действительное и среднее время	1. РИВ 2. П-РИС

	пребывания совпадают?	3. К-РИС
	Уравнение теплового баланса для изотермического режима работы реактора	1. $ Q_{вх} = Q_{вых} $ 2. $ Q_{вх} - Q_{вых}  =  Q_{хр} $ 3. $ Q_{хр} = Q_{то} $
	Уравнение теплового баланса для адиабатического режима работы реактора	1. $ Q_{вх} = Q_{вых} $ 2. $ Q_{вх} - Q_{вых}  =  Q_{хр} $ 3. $ Q_{хр} = Q_{то} $
	Определить среднее время пребывания в реакторе идеального смешения, если объемный расход $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а объем реактора $1 \text{ м}^3$ .	1. 2,0 2. 0,5 3. 1,0
Химические производства (ОПК-2)	Процесс производства разбавленной азотной кислоты складывается из трех стадий. (Определите последовательность).	1. $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ 2. $\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 3. $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HNO}_3$
	При производстве азотной кислоты используют в качестве катализатора:	1. железо 2. платину 3. палладий
	При контактном методе получения серной кислоты можно выделить следующие стадии. (Определите последовательность).	1. подготовка обжигового газа к окислению 2. получение обжигового газа, содержащего диоксид серы 3. адсорбция триоксида серы 4. каталитическое окисление диоксида серы
	Абсорбентом при производстве серной кислоты выступает:	1. моногидрат 2. серная кислота 85% 3. пары воды 4. серная кислота 98,3%
	Ректификация – диффузионный процесс разделения жидкостей, различающихся ....., при противоточном многократном контактировании паров и жидкости	1. По плотности 2. По температуре кипения

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

**Критерии оценивания достижений в соответствии с компетенцией ОПК 2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности.**

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основных принципов организации химического производства и его иерархической структуры. Знание компонентов химической технологии и критериев выбора сырья. Знание общих закономерностей химических процессов и методов оценки их эффективности. Знание основ теории химических реакторов и принципов составления материальных и тепловых балансов.
Умения	Умение рассчитывать технологические критерии эффективности химико-технологического процесса и выбирать рациональную схему производства заданного продукта. Умение выбирать и обосновывать сырьевую базу производства с учетом технологических и экономических критериев. Умение определять параметры наилучшей организации процесса
Навыки	Владеть навыками анализа эффективности работы химических производств. Владеть навыками расчета и анализа процессов в химическом реакторе.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных принципов организации химического производства и его иерархической структуры.	Не знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры	Знает частично основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры	Знает, основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры	Знает, основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры
Знание компонентов химической технологии и критериев выбора сырья.	Не знает компоненты химической технологии, критерии выбора сырья, общие.	Знает частично компоненты химической технологии, критерии выбора сырья.	Знает компоненты химической технологии и критерии выбора сырья, но допускает	Знает все компоненты химической технологии и критерии выбора сырья. общие

			неточности при ответе.	
Знание общих закономерностей химических процессов и методов оценки их эффективности	Не знает общие закономерности химических процессов и методы оценки их эффективности.	Знает частично. общие закономерности химических процессов и методы оценки их эффективности. основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов и при этом допускает большое количество неточностей	Знает общие закономерности химических процессов и методы оценки их эффективности, но допускает неточности. основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов, но допускает неточности	Знает все закономерности химических процессов и методы оценки их эффективности. основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов и отвечает на дополнительные вопросы
Знание основ теории химических реакторов и принципов составления материальных и тепловых балансов	Не знает основ теории химических реакторов и принципов составления материальных и тепловых балансов.	Знает частично. основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов и при этом допускает большое количество неточностей	Знает общие основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов, но допускает неточности	Знает все основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов и отвечает на дополнительные вопросы

**Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение рассчитывать технологические критерии эффективности химико-технологического процесса и выбирать рациональную схему	Не умеет рассчитывать технологические критерии эффективности химико-технологического процесса и выбирать рациональную схему производства	Умеет рассчитывать некоторые технологические критерии эффективности химико-технологического процесса и выбирать рациональную схему	Умеет, рассчитывать технологические критерии эффективности химико-технологического процесса и выбирать рациональную схему производства	Умеет рассчитывать технологические критерии эффективности химико-технологического процесса и выбирать рациональную схему производства

производства заданного продукта	заданного продукта	производства заданного продукта.	заданного продукта , но допускает неточности.	заданного продукта. Отвечает на дополнительные вопросы
Умение выбирать и обосновывать сырьевую базу производства с учетом технологических и экономических критериев.	Не умеет выбирать и обосновывать сырьевую базу производства с учетом технологических и экономических критериев	Умеет выбирать и обосновывать сырьевую базу производства с учетом технологических и экономических критериев, но допускает значительное количество ошибок.	Умеет выбирать и обосновывать сырьевую базу производства с учетом технологических и экономических критериев, но с ошибками отвечает на дополнительные вопросы	Умеет выбирать и обосновывать сырьевую базу производства с учетом технологических и экономических критериев. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы.
Умение определять параметры наилучшей организации процесса.	Не умеет определять параметры наилучшей организации процесса.	Умеет определять параметры наилучшей организации процесса ,но допускает значительное количество ошибок.	Умеет определять параметры наилучшей организации процесса с незначительным и неточностями.	Умеет уверенно определять параметры наилучшей организации процесса.

### Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе;	Не владеет методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами	Владеет методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами	Владеет методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами	Владеет безошибочно методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и



	регулируя химико-технологических процессов.	регулируя химико-технологических процессов, но допускает грубые ошибки	регулируя химико-технологических процессов, но допускает при этом неточности.	методами регулирования химико-технологических процессов.
Владеть навыками анализа эффективности работы химических производств.	Не владеет методами анализа эффективности работы химических производств	Владеет методами анализа эффективности работы химических производств, но допуская при этом грубые ошибки.	владеет методами анализа эффективности работы химических производств, но допускает при этом неточности	Владеет безошибочно методами анализа эффективности работы химических производств
Владеть навыками расчета и анализа процессов в химическом реакторе	Не владеет навыками расчета и анализа процессов в химическом реакторе	Владеет навыками расчета и анализа процессов в химическом реакторе ,но допускает грубые ошибки.	Владеет навыками расчета и анализа процессов в химическом реакторе, допуская неточности.	Владеет навыками расчета и анализа процессов в химическом реакторе. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Материально-техническое обеспечение**

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
4	Учебные химические лаборатории	Лабораторная флотационная машина камерного типа с воздушным и с механическим перемешиванием 189ФЛ, лабораторный вакуумный насос 16694-2-50-06 (Sartorius stedim), вибропривод ВП-30ТД 200 мм, набор лабораторных сит, прибор ПСХ-11 (SP), термометр, мешалка, сушильный шкаф; ионообменные колонны; термостат; установка для определения электрохимической коррозии, установка для определения скорости коррозии, капиллярный вискозиметр ВПЖ-2; капиллярный вискозиметр ВПЖ-1, набор ареометров, установка для определения воды в масле, аналитические весы Ohaus Adventurer AR 2140; химические реактивы и посуда, прибор для определения температуры вспышки в закрытом тигле (ТВЗ). Имеются компьютеры и соответствующее программное обеспечение для сопровождения эксперимента и ведения сложных расчетов.

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное

### 1. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
		03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Ивлева И.А. Общая химическая технология: учебное наглядное пособие. Ч.2 / И.А. Ивлева, О.А. Панова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 132 с.
2. Ивлева И.А. Общая химическая технология: учебное наглядное пособи. Ч.1 / И.А. Ивлева, О.А. Панова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 70 с. [Электронный ресурс]: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040921103838154300009453>
3. Расчет материального и теплового балансов химического производства: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Общая химическая технология» для студентов направлению 18.05.02 – Химическая технология материалов современной энергетики / И. А. Ивлева, О. А. Панова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 20 с.
4. Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие. Т.1. – М: Гуманит. изд. центр Владос, 2000. – 368 с.
5. Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие. Т.2. – М: Гуманит. изд. центр Владос, 2000. – 448 с.
6. Кутепов А.М. Общая химическая технология: Учеб. для вузов / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. – 3-е изд., перераб. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 528 с.
7. Кутепов А.М. Общая химическая технология: Учеб. для вузов / А.М. Кутепов. – М.: Высшая школа, 1990. – 520 с.
8. Мухленов Н.П. Общая химическая технология: Учеб. для вузов. ч.1 / Н.П. Мухленов. – М.: Высшая школа, 1984. – 256 с.
9. Мухленов Н.П. Общая химическая технология: Учеб. для вузов. ч.2 / Н.П. Мухленов. – М.: Высшая школа, 1984. – 263 с.
10. Туболкин А.Ф. Расчет химико-технологических процессов / А.Ф. Туболкин, Е.С. Тумакова и др. – Л: Изд-во «Химия», 1976. – 304 с.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
2. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «IPRSMART» <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»  
<http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
8. Национальная электронная библиотека: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
9. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
10. Электронная библиотека НИУ БелГУ: <http://library-mr.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>