

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

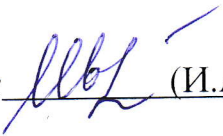
Институт **Химико-технологический**

Кафедра **Технологии стекла и керамики**

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», утвержденный приказами Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 913 от 7 августа 2020 г. и приказа об изменении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1456 от 26 ноября 2020 г.
- 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

« 17 » мая 2021 г., протокол № 9

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)

« 17 » 05 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
	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>Знать. основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, компоненты химической технологии, критерии выбора сырья, общие закономерности химических процессов и методы оценки их эффективности, основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.</p> <p>Уметь: 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>Владеть: методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами регулирования химико-технологических процессов, навыками работы на экспериментальных установках.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Компетенция ОПК-2.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
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 ²	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	324	324
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	141	141
лекции	34	34
лабораторные	68	68
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ³	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	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 ⁴
1. Химическая технология как предмет изучения					
	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
2. Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности					
	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. Экологические проблемы выбросов в атмосферу. Источники энергии, используемые в химических	8	8	20	34

⁴ Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

	<p>технологиях. Классификация энергоресурсов, пути и способы их рационального использования. Новые виды энергии в химической технологии.</p> <p>Значение ВЭР в рациональном использовании энергии. Классификация ВЭР.</p>				
3. Химико-технологические процессы					
	<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> <p>Интенсификация ХТП, как основная задача, стоящая перед химической промышленностью. Пути</p>	12	14	16	38

	интенсификации ХП: Использование новых технологических процессов, катализ, физико-химические факторы ускорения реакций, создание энергосберегающих и экологически чистых технологических процессов.				
4. Химические реакторы.					
	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
5. Химико-технологические системы (ХТС)					
	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
6. Химические производства					
	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 ₂ , SO ₃ , дальнейшая технологическая переработка. Структурная схема производства H ₂ SO ₄ 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
	ВСЕГО	34	34	68	129

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 ⁵
семестр № 4				
1.	Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности.	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	1. Технологические критерии эффективности химико-технологических процессов. Расчет состава реакционных смесей.	4	8
		2. Контрольная работа.	2	4
		3. Термодинамика в расчетах химических процессов.	2	4
		4. Равновесие в химико-технологических процессах.	2	4
		5. Кинетика в расчетах химических процессов.	2	4
		6. Гетерогенные процессы.	2	4
3.	Химические реакторы	1. Изотермический процесс в химическом реакторе.	2	4
		2. Неизотермический процесс в химическом реакторе.	2	4
		3. Расчет каскада реакторов идеального смешения.	2	4
4.	Химико-технологические системы	1. Материальный и тепловой балансы химико-технологических систем.	4	8
		2. 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 ⁶
семестр № 4				
1.	Химическое производство. Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности	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	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	1. Получение едкой щелочи методом каустификации содового раствора	8	8
		2. Получение искусственного карналлита из хлормагнезового щелока.	8	6
5.	Химические производства	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
ИТОГО:			68	61

4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий⁷

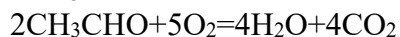
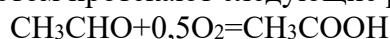
Расчетно-графическое задание выполняется на тему «Расчет материального и теплового баланса химико-технологических систем», детальное изучение которых предусмотрено при изложении курса. Пояснительная записка содержит разделы: введение, краткое описание сырьевых материалов и методов их обогащения, описание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

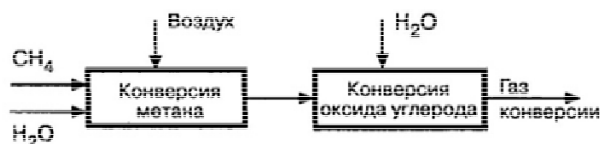
Некоторые темы расчетно-графических заданий

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:

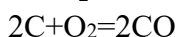
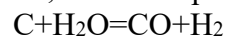


Производительность установки по ледяной уксусной кислоте 96,9 %-ной концентрации – 1500 кг/ч. Состав исходного ацетальдегида: ацетальдегид – 99 %, уксусная кислота – 0,5 %, вода – 0,5 %. Состав реакционной массы: уксусная кислота – 94 %, ацетальдегид – 2 %, муравьиная кислота – 1 %, вода – 3 %. Избыток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

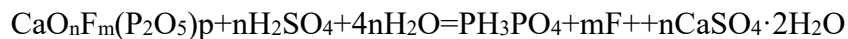
2. Составить уравнения материального баланса для ХТС конверсии метана водяным паром с целью получения стехиометрической азотно-водородной смеси для синтеза аммиака (рис.). Объем метана, подаваемого на конверсию $V = 1000 \text{ м}^3$, мольное соотношение метана и водяного пара 1:3.



3. Определить расход бурого угля (70 % массовых долей углерода), водяного пара и воздуха для получения 1000 м³ генераторного газа, в состав которого входят, об. %: СО – 40, Н₂ – 18, N₂ – 42. Процесс газификации протекает по реакциям:

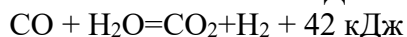
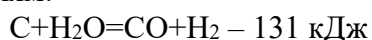


4. Рассчитать материальный баланс производства экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата, содержащего 39,4 % P₂O₅, 52 % СаО и 3 % F. Норма серной кислоты 100 % от стехиометрической на СаО. Коэффициент извлечения в P₂O₅ экстракторе 0,98, а коэффициент отмывки P₂O₅ при фильтрации 0,98. Концентрация исходной серной кислоты 76 %. Содержание P₂O₅ 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 NH₃. Степень превращения CaCN₂ составляет 75 %, а степень превращения в NH₃ 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 SO₂ в сухом печном газе 15%. Содержание O₂ 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.

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.	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.	Химико-технологические процессы	<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	<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	<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. Расчет состояния химико-технологической системы (материальный и тепловой балансы).</p> <p>7. Эффективность организации процесса в ХТС.</p>
6.	Химические производства	<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>

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

Типовой вариант экзаменационного билета

<p>БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова Кафедра технологии стекла и керамики</p> <p>Дисциплина: <u>Общая химическая технология</u> Направление: <u>18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики</u> Профиль подготовки <u>18.05.02 -05 Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергетики</u></p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</p> <p>1. Критерии эффективности химико технологических процессов. 2. Основные допущения модели каскада реакторов идеального смешения. Расчёт К-РИС 3. Деструктивная переработка нефти. Термический крекинг. 4. Задача.</p> <p>Одобрено на заседании кафедры « _____ » _____ 20__ г. Протокол № _____ Зав. кафедрой _____ В.А. Дороганов</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты расчетно-графического задания

При защите расчетно-графического задания могут быть предложены вопросы, например для темы: 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 SO₂ в сухом печном газе 15%. Содержание O₂ в сухом печном газе 3%. Температура поступающего воздуха 18 °С. Относительная влажность воздуха 54%, следующие:

1. Как влияет выбор сырья для производства серной кислоты на технологическую схему процесса?
2. Какие существуют способы обогащения колчедана?
3. В чем преимущества печей КС при проведении процесса обжига колчедана перед другими типами печей?
4. Как рассчитать интенсивность работы печи КС?
5. Является ли реакция обжига колчедана в КС гомогенной или гетерогенной? Ответ обоснуйте.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра при выполнении лабораторных работ.

В пособии, предназначенном для выполнения лабораторных работ, представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, приведены понятия, определения и основные теоретические сведения по данной теме, а также методики выполнения лабораторных работ, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования (устного опроса) преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

Примерный перечень контрольных вопросов для собеседования

№	Тема лабораторной работы	Примерные контрольные вопросы
1.	1. Исследование флотации рудных минералов 2. Исследование флотации естественно-гидрофобных минералов.	<ol style="list-style-type: none"> 1. В чем отличие между продуктами и полупродуктами. По каким признакам классифицируется сырье. 2. Приведите способы обогащения твердого сырья с указанием оборудования. 3. Приведите способы обогащения газообразного сырья с указанием оборудования. 4. В чем сущность процесса флотации. 5. Назовите основные стадии процесса флотации Флотационные машины. 6. Какими основными факторами можно воздействовать на показатели процесса флотации. 7. Дайте классификацию флотореагентам. 8. Какова роль воздуха в процессе флотации. 9. Какие основные показатели характеризуют процесс флотации. 10. Дайте определения мгновенной и средней скорости флотации. 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%.
2.	Технический анализ воды. Умягчение воды.	<ol style="list-style-type: none"> 1. По каким признакам классифицируются природные воды? 2. Физические свойства воды. 3. Показатели, характеризующие химические свойства воды. 4. Какие существуют формы выражения результатов химического анализа воды. 5. Жесткость воды и ее виды. 6. Укажите основные направления использования воды в химическом производстве. Приведите примеры.

		<p>7. В чем заключается рациональное использование водных ресурсов в химической промышленности.</p> <p>8. Обработать химический анализ воды: $M - 3,077$ мг/л; $Na^+ + K^+ - 7,0$ мг/л; $Ca^{2+} - 59$ мг/л; $Mg^{2+} - 15,7$ мг/л; $Cl^- - 19,5$ мг/л; $SO_4^{2-} - 21495$ мг/л; $HCO_3^- - 163,0$ мг/л; $Fe^{3+} - 2,06$ мг/л; $NH_4^+ - 0,15$ мг/л; $pH - 7,7$. 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 $0,27$ м³. Через колонку пропускают воду, жесткость которой 13 моль/м³ Ca^{2+}. Объемная скорость течения воды 8 м³/ч. Определить емкость поглощения (в молях на метр кубический) катионита, если колонка работает без регенерации 16 ч.</p>
3.	Получение едкой щелочи методом каустификации содового раствора.	<p>1. Методы получения едкой щелочи.</p> <p>2. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса.</p> <p>3. Выведите уравнение взаимосвязи между степенями превращения двух реагентов, вступающих в реакцию.</p> <p>4. Сформулируйте основные условия устойчивого химического равновесия. Сформулируйте принцип Ле-Шателье. Как он помогает установить влияние температуры и давления на состояние равновесия химической реакции.</p> <p>5. Сформулируйте допущение модели реактора идеального смешения.</p> <p>6. Проанализируйте основные недостатки и достоинства реактора периодического действия. В каких производствах встречаются такие реакторы.</p> <p>7. Способы интенсификации процесса каустификации.</p> <p>8. Для чего на стадии каустификации нужен избыток оксида кальция.</p> <p>9. В чем преимущества использования негашеной извести.</p> <p>10. Рассчитайте стехиометрическое количество оксида кальция необходимое для каустификации 200мл $15-20\%$</p>

		<p>раствора Na_2CO_3.</p> <p>11. Определить выход продукта R и степень превращения X_A реагента A, если обратимая реакция $A \rightarrow 2R$ протекает при условиях, когда равновесная степень превращения $X_{A,e} = 0,75$, а соотношение концентрации продукта и реагента после окончания реакции $C_R : C_A = 1$.</p>
4.	Реакторы в режимах идеального смешения и вытеснения.	<p>1. В чем различие реакторов РИС и РИВ?</p> <p>2. Жидкофазная реакция $2A \rightarrow R + S$ имеет константу скорости $k = 0,38 \text{ л}/(\text{моль мин})$. Объемный расход исходного вещества A с концентрацией $C_{A0} = 0,4 \text{ моль/л}$ составляет 40 л/мин. Определить объем реакторов РИС и РИВ при проведении процесса до достижения степени превращения $X_A = 0,3$.</p> <p>3. В каких реакторах РИВ, РИС, К-РИС, К-РИС наблюдается наибольшая интенсивность процесса.</p> <p>4. Проводится жидкофазная реакция первого порядка $A \rightarrow R$ с константой скорости, равной $K = 0,4 \text{ мин}^{-1}$. Объемный расход реагента составляет $v_0 = 25 \text{ л/мин}$. Сравнить степень превращения вещества A, достигаемую в реакторе смешения и вытеснения, объемом $V_p = 100 \text{ л}$ каждый.</p>
5.	Определение скорости коррозии металлов.	<p>1. Перечислите виды коррозии.</p> <p>2. Какие существуют механизмы коррозии.</p> <p>3. Что понимают под термином «точечная коррозия» и «межкристаллитная коррозия»?</p> <p>4. На чем основана коррозионная стойкость нержавеющей стали? Что представляет собой системы защиты от коррозии?</p> <p>5. Как рассчитывается глубинный показатель коррозии?</p> <p>6. Гравиметрический и объемный методы определения скорости коррозии?</p>

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.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знать: основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, компоненты химической технологии, критерии выбора сырья, общие закономерности химических процессов и методы оценки их эффективности, основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.
Умения	Уметь: 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, определять параметры наилучшей организации процесса.
Навыки	Владеть: методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами регулирования химико-технологических процессов, навыками работы на экспериментальных установках

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
Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, компоненты химической технологии, критерии выбора сырья, общие закономерности химических процессов и методы оценки их эффективности, основы теории	Не знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, компоненты химической технологии, критерии выбора сырья, общие закономерности химических процессов и методы оценки их	Знает частично основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, компоненты химической технологии, критерии выбора сырья, общие закономерности химических процессов и методы оценки их	Знает, основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, компоненты химической технологии, критерии выбора сырья, общие закономерности химических процессов и методы оценки их эффективности,	Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, компоненты химической технологии, критерии выбора сырья, общие закономерности химических процессов и методы оценки их эффективности,

химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.	эффективности, основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.	эффективности, основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров и при этом допускает большое количество неточностей.	основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров, но допускает неточности.	основы теории химических реакторов, принципы составления материальных и тепловых балансов; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров и отвечает на дополнительные вопросы.
--	---	---	---	---

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умеет 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, определять параметры наилучшей организации процесса	Не умеет 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 определять параметры наилучшей организации процесса	Умеет рассчитывать некоторые технологические критерии эффективности химико-технологического процесса, не умеет выбирать рациональную схему производства заданного продукта; выбирать и обосновывать сырьевую базу производства с учетом технологических и экономических критериев определять параметры наилучшей организации процесса	Умеет, 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 определять параметры наилучшей организации процесса, но допускает неточности	Умеет 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 определять параметры наилучшей организации процесса

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеет методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами регулирования химико-технологических процессов, навыками работы на экспериментальных установках.	Не владеет методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами регулирования химико-технологических процессов, навыками работы на экспериментальных установках.	Владеет методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами регулирования химико-технологических процессов, навыками работы на экспериментальных установках, но допускает грубые ошибки	Владеет методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами регулирования химико-технологических процессов, навыками работы на экспериментальных установках, но допускает при этом неточности.	Владеет безошибочно методами анализа эффективности работы химических производств; методами расчета и анализа процессов в химическом реакторе; методами управления химико-технологических систем и методами регулирования химико-технологических процессов, навыками работы на экспериментальных установках.

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.	302, 210 УК 2 Учебные лаборатории	Организация отдельных лекций по дисциплине «Общая химическая технология» проводится на базе специализированной аудитории, оснащенной компьютеризированным комплексом рабочего места преподавателя.

		<p>В лабораториях имеются приборы и оборудование:</p> <p>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.</p>
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	<p>Специализированная мебель.</p> <p>Компьютерная техника подключенная к сети Интернет, имеющая доступ в электронную информационную образовательную среду, автоматизированный экран, доска</p>
3	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и самостоятельной работы	<p>Специализированная мебель.</p> <p>Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук или компьютер</p>

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	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 31.10.2020). 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 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition».	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018.
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. Общая химическая технология: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 240304 – Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и направлений бакалавриата 240100 «Химическая технология», 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» / сост.: И.А. Ивлева, О.А. Панова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 72 с. [Электронный ресурс]: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918592557901600001803>
4. Общая химическая технология: методические указания и задания к выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения специальности 240304 – Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / сост.: И.А. Ивлева, Л.Д. Шахова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 40 с.
5. 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.
6. Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие. Т.1. – М: Гуманит. изд. центр Владос, 2000. – 368 с.
7. Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие. Т.2. – М: Гуманит. изд. центр Владос, 2000. – 448 с.
8. 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.
9. Кутепов А.М. Общая химическая технология: Учеб. для вузов / А.М. Кутепов. – М.: Высшая школа, 1990. – 520 с.
10. Мухленов Н.П. Общая химическая технология: Учеб. для вузов. ч.1 / Н.П. Мухленов. – М.: Высшая школа, 1984. – 256 с.
11. Мухленов Н.П. Общая химическая технология: Учеб. для вузов. ч.2 / Н.П. Мухленов. – М.: Высшая школа, 1984. – 263 с.
12. 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

Электронно-библиотечная система КнигаФонд	http://WWW.knigafund.ru/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://WWW.iprbookshop.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru/
Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г.Шухова	http://elib.bstu.ru/

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ⁸

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁹

Протокол № _____ заседания кафедры от «_____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Дороганов
подпись ФИО

Директор института _____
подпись ФИО

⁸ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁹ Нужно подчеркнуть