

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
высокомолекулярных соединений и коллоидной химии

Шестаков А.С.
15.06.2018



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.19 Химическая технология

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
- 2. Профиль подготовки/специализации:**
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** Химик. Преподаватель химии
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**
кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидной химии
- 6. Составители программы:**
Кузнецов Вячеслав Алексеевич, доктор химических наук, профессор
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета
протокол № 5 от 24.05.2018
- 8. Учебный год:** 2020/2021, 2021/2022 **Семестр(-ы):** 6,7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

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

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

курс входит в базовую часть блока Б1. Студент для изучения курса должен освоить курсы неорганической, физической, аналитической химии. Студент должен иметь представления о термодинамике и кинетике, владеть математическим аппаратом химии, иметь представление об основных классах неорганических и органических веществ и их реакционной способности.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-6	Знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- о необходимости обеспечения эффективного безопасного управления техногенными комплексами, утилизации существующих отходов, переводение промышленности на безотходные виды производства;- виды опасностей промышленных производств (социально-экономические, техногенные, экологические, военные) и химической лаборатории;- физико-химические и токсикологические характеристики, области и способы применения, способность перемещаться в пространстве, накапливаться и разлагаться в биологических организмах и окружающей среде и т.д. основных продуктов химической технологии, в том числе особо опасных веществ и энергоресурсов;- причины роста интенсивности опасных технологических аварий и катастроф;- способы химического воздействия на природу;- экологические проблемы производства и использования основных продуктов химической технологии и пути решения экологических проблем в организации химических производств; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- использовать основные методы защиты от воздействия опасных веществ (ядовитых, экологически опасных, пожаро- и взрывоопасных, радиоактивных, коррозионно-активных);- устранять последствия проливов и просыпаний химических реактивов;- оказывать первую медицинскую помощь при отравлениях химическими веществами и т.п.- использовать основные методы защиты от воздействия опасных веществ (ядовитых, экологически опасных, пожаро- и взрывоопасных, радиоактивных, коррозионно-активных);- устранять последствия проливов и просыпаний химических реактивов;- оказывать первую медицинскую помощь при отравлениях химическими веществами и т.п. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">- навыками безопасной работы в химической лаборатории;- навыками работы с лабораторным оборудованием и проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности

ПК-9	Владение навыками расчета основных технических показателей технологического процесса	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аппаратное оформление химико-технологических лабораторий; - особенности эксплуатации установок и аппаратуры, используемой на химических производствах; - требования к аппаратуре, источники погрешностей физико-химических методов; - проблемы воспроизводимости результатов; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать на учебно-научной аппаратуре, используемой в лаборатории химической технологии; - устанавливать связь между знаниями основ химии, математики и физики и областями применения этих знаний; - грамотно оформлять результаты лабораторных и практических работ, правильно заполнять лабораторный журнал; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техникой работы с устройствами, используемыми в лаборатории химической технологии; - методами регистрации и обработки результатов, полученных на оборудовании в лаборатории химической технологии.
ПК-10	Способность анализировать причины нарушений параметров технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проблемы и перспективы развития химических производств; - направления решения проблемы создания материалов с заданными свойствами; - параметры основных технологических процессов; - основы физико-химических методов анализа; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать причины нарушений параметров технологического процесса; - формулировать рекомендации по предупреждению и устранению причин нарушений параметров технологического процесса; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основами технологического мышления, необходимыми для активной творческой работы по выявлению причины нарушений параметров технологического процесса созданию перспективных процессов, материалов и технологических схем - навыками по созданию перспективных процессов, материалов и технологических схем.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах – 8 / 288.

Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		6 сем.	7 сем.
Аудиторные занятия	108	54	54	
в том числе:				
лекции	36	18	18	
практические	-	-	-	
лабораторные	72	36	36	
Самостоятельная работа	144	54	90	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	36	Зачет	Экзамен 36	
Итого:	288	108	180	

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Общие вопросы химической технологии	Роль и масштабы использования процессов в различных сферах материального производства. Тенденции развития техносферы и возрастающее значение проблем обеспечения безопасности химических производств и защиты окружающей среды. Химическое производство как сложная система. Основные этапы создания химико-технологических систем. Структурная иерархия технологических систем: молекулярные процессы - макрокинетика - аппараты - производства глобальные процессы развития техносферы.
1.2	Термодинамические критерии эффективности технологических систем	Фундаментальные критерии эффективности использования сырья и энергоресурсов в химико-технологических процессах. Интегральные уравнения баланса материальных потоков в технологических системах. Интегральные уравнения баланса энергии. Коэффициент преобразования энергии. Термодинамическая шкала качества тепловой энергии. Интегральное уравнение баланса энтропии, рост энтропии в технологическом процессе. Эксергия как мера потенциальной работоспособности системы. Уравнение баланса эксергии.
1.3	Моделирование химико-технологических процессов	Моделирование химико-технологических процессов. Физическое и математическое моделирование. Теория подобия. Теоремы подобия. Критерии подобия. Критериальные уравнения. Принцип изоморфизма дифференциальных уравнений. Аналогия.
1.4	Равновесие и скорость химико-технологических процессов	Равновесие в химико-технологическом процессе. Константа равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры и давления. Расчет равновесной реакционной смеси. Влияние на равновесный выход мольного соотношения исходных веществ, продуктов реакции и содержания инертных примесей. Равновесие в гетерогенных процессах.
1.5	Макроскопическая теория физико-химических явлений - теоретическая база химической технологии	Понятие о макрокинетике. Влияние температуры, давления, концентрации исходных реагентов на скорость и селективность процесса. Макроскопическая теория физико-химических явлений - теоретическая база химической технологии. Основное уравнение переноса субстанций. Уравнения Навье-Стокса, конвективной диффузии и теплоты.
1.6	Элементы механики газов и жидкостей	Элементы механики газов и жидкостей. Режимы течения. Критическое число Рейнольдса. Характеристика турбулентного режима. Течения, обусловленные градиентами плотности и поверхностного натяжения. Гидродинамическое сопротивление и зависимость его от числа Рейнольдса. Способы транспортировки газов и жидкостей.
1.7	Тепловые процессы	Тепловые процессы. В химической технологии. Способы распространения теплоты. Уравнения теплопереноса. Коэффициент теплоотдачи и теплопередачи. Зависимость его от числа Рейнольдса. Представление о сложении термических сопротивлений и лимитирующем сопротивлении. Пути интенсификации процессов теплообмена и повышения их термодинамической эффективности. Технологические способы нагревания и охлаждения. Теплоносители и теплообменные аппараты.
1.8	Массообменные процессы	Массообменные процессы. Основные принципы массообменных процессов в системах газ-жидкость, жидкость-жидкость, газ-твердое, жидкость-твердое. Равновесные, кинетические и механические факторы в организации процессов межфазного массообмена. Абсорбция. Аналогия с теплообменом. Коэффициенты массоотдачи и массопередачи. Критериальные уравнения абсорбции. Средства интенсификации процессов массообмена. Абсорберы. Критерии построения оптимальных сорбционно-десорбционных циклов. Адсорбция. Явление формирования

		фронта сорбции. Ректификация. Мембранная технология разделения смеси веществ. Равновесные и кинетические факторы, определяющие эффективность мембранного разделения.
1.9	Химические реакторы	Гетерогенные каталитические реакторы. Диффузионно-кинетические режимы протекания реакции в пористой грануле катализатора.
1.10	Типовые химико-технологические процессы	Технологическая схема производства аммиака. Особенности технологического режима и соответствующее аппаратное решение. Балансовые уравнения конверсии метана водяным паром.
1.11	Каталитические процессы	Изменение наблюдаемого кинетического порядка реакции. Факторы, определяющие эффективность использования поверхности катализатора. Явление множественности стационарных режимов на примере экзотермической каталитической реакции.
2. Лабораторные работы		
2.1	Элементы механики газов и жидкостей	<p>Определение содержания сахара в корнеплодах и фруктах методом экстракции.</p> <p>Анализ нефтепродуктов.</p> <p>Анализ синтетических латексов.</p> <p>Определение серы в металлах и угле.</p> <p>Проточный реактор идеального смешения и каскад реакторов. Получение сернистого натрия.</p> <p>Кинетика гетерогенной реакции окисления сульфита натрия. Получение винилиденхлорида щелочным дегидрохлорированием 1,1,2-трихлорэтана.</p> <p>Реакторы в режимах идеального смешения.</p> <p>Окисление диоксида серы.</p>
2.2	Тепловые процессы	
2.3	Химические реакторы	
2.4	Типовые химико-технологические процессы	
2.5	Каталитические процессы	

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
01	Общие вопросы химической технологии	2	0	0	10	12
02	Термодинамические критерии эффективности технологических систем	8	0	0	10	18
03	Моделирование химико-технологических процессов	8	0	0	12	20
04	Равновесие и скорость химико-технологических процессов	4	0	0	14	18
05	Макроскопическая теория физико-химических явлений - теоретическая база химической технологии	6	0	0	14	20
06	Элементы механики газов и жидкостей	6	0	10	14	30
07	Тепловые процессы	6	0	10	14	30
08	Массообменные процессы	6	0	0	14	20
09	Химические реакторы	4	0	20	14	38
10	Типовые химико-технологические процессы	2	0	16	14	32
11	Каталитические процессы	4	0	16	14	34
	Итого:	36	0	72	144	252

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для освоения курса используется программа курса и презентации, представленные в «Электронном университете ВГУ».

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Кутепов А.М. Общая химическая технология/А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г.Беренгартен. - М.: Академкнига, 2007. – 528 с.
2	Сутягин В.М. Общая химическая технология полимеров : учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков . – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018 . – 204 с.
3	Товажнянский Л.Л. Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах : учебное пособие / Л.Л. Товажнянский, М.К. Кошелева, С.И. Бухкало ; Моск. гос. ун-т дизайна и технологии, Нац. техн. ун-т "Харьков. политехн. ин-т" . – Москва : ИНФРА-М, 2015 . – 445 с.
4	Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов / И.М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х.Э. Харлампиدي . – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013 . – 447 с.
5	Практикум по общей химической технологии / Воронежский государственный университет; сост.: П.О. Куцев, В.А. Кузнецов, А.С. Шестаков . – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017 . – 64 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Савельянов В.П. Общая химическая технология полимеров : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности "Химическая технология высокомолекулярных соединений" направления подгот. "Химическая технология высокомолекулярных соединений и полимерных материалов" / В.П. Савельянов . – М. : Академкнига, 2007 . – 333 с.
7	Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии/Ю.И. Дытнерский. - М.: Химия, 1995. – Т.1. – 400 с; Т.2. – 383 с.
8	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: в 2 кн./под ред. В.Г. Айнштейна. - М. : Физматкнига : Логос, 2006. –Кн.1. – 881 с; Кн.2. –1757 с.
9	Программа курса "Химическая технология" для студентов 4 курса дневного отделения химического факультета/ сост. : В.А. Кузнецов, С.А. Преображенский. – Воронеж : ВГУ, 2004. – 15 с.
10	Технологические и термодинамические особенности производства аммиака. метод. указания для студентов 4 курса дневн. отделения хим. фак./ сост.: В.А. Кузнецов. – Воронеж : ВГУ, 2004. – 35 с.
11	Берд Р. Явления переноса /Р.Берд, В.Стъарт, Е.Лайфут. – М.: Химия, 1974. – 687 с.
12	Сафонов М.С. Критерии термодинамического совершенства технологических систем/М.С. Сафонов. - М. : МГУ, 1998. - 73с.
13	Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике / Д.А. Франк-Каменецкий. – М. : Наука, 1987. – 480 с.
14	Кутепов А.М. Химическая гидродинамика/А.М. Кутепов, А.Д. Полянин, З.Д. Запрянов. - М. : Бюро Квантум, 1996. – 336 с.
15	Кузнецов Л.Д. Синтез аммиака / Л.Д. Кузнецов. - М.: Химия, 1982. – 254 с.
16	Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Н.Н. Лебедев. – М.: Химия, 1988. – 738 с.
17	Основы технологии переработки пластмасс / Под ред. В.Н. Кулезнева, В.К. Гусева. – М. : Химия, 1995. – 367 с.

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

№ п/п	Источник
18	https://www.lib.vsu.ru — Зональная научная библиотека ВГУ.
19	http://www.en.edu.ru/ - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
20	http://window.edu.ru/ - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
21	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
22	http://www.chem.msu.ru/rus/ - Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:
ноутбук «Асег», мультимедийный проектор «Benq», экран

9. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-6	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - о необходимости обеспечения эффективного безопасного управления техногенными комплексами, утилизации существующих отходов, переводение промышленности на безотходные виды производства; - виды опасностей промышленных производств (социально-экономические, техногенные, экологические, военные) и химической лаборатории; - физико-химические и токсикологические характеристики, области и способы применения, способность переме- 		тест

	<p>щаться в пространстве, накапливаться и разлагаться в биологических организмах и окружающей среде и т.д. основных продуктов химической технологии, в том числе особо опасных веществ и энергоресурсов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - причины роста интенсивности опасных технологических аварий и катастроф; - способы химического воздействия на природу; - экологические проблемы производства и использования основных продуктов химической технологии и пути решения экологических проблем в организации химических производств <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные методы защиты от воздействия опасных веществ (ядовитых, экологически опасных, пожаро- и взрывоопасных, радиоактивных, коррозионно-активных); - устранять последствия проливов и просыпаний химических реактивов; - оказывать первую медицинскую помощь при отравлениях химическими веществами и т.п. - использовать основные методы защиты от воздействия опасных веществ (ядовитых, экологически опасных, пожаро- и взрывоопасных, радиоактивных, коррозионно-активных); - устранять последствия проливов и просыпаний химических реактивов; - оказывать первую медицинскую помощь при отравлениях химическими веществами и т.п. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками безопасной работы в химической лаборатории; - навыками работы с лабораторным оборудованием и проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности 		
ПК-9	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аппаратное оформление химико-технологических лабораторий; - особенности эксплуатации установок и аппаратуры, используемой на химических производствах; - требования к аппаратуре, источники погрешностей физико-химических методов; - проблемы воспроизводимости результатов; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать на учебно-научной аппаратуре, используемой в лаборатории химической технологии; - устанавливать связь между знаниями основ химии, математики и физики и областями применения этих знаний; - грамотно оформлять результаты лабораторных и практических работ, правильно заполнять лабораторный журнал; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техникой работы с устройствами, используемыми в лаборатории химической технологии; - методами регистрации и обработки результатов, полученных на оборудовании в лаборатории химической технологии. <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аппаратное оформление химико-технологических лабораторий; - особенности эксплуатации установок и аппаратуры, используемой на химических производствах; - требования к аппаратуре, источники погрешностей физико-химических методов; 		Тест

	<p>- проблемы воспроизводимости результатов;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать на учебно-научной аппаратуре, используемой в лаборатории химической технологии; - устанавливать связь между знаниями основ химии, математики и физики и областями применения этих знаний; - грамотно оформлять результаты лабораторных и практических работ, правильно заполнять лабораторный журнал; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техникой работы с устройствами, используемыми в лаборатории химической технологии; - методами регистрации и обработки результатов, полученных на оборудовании в лаборатории химической технологии. 		
ПК-10	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проблемы и перспективы развития химических производств; - направления решения проблемы создания материалов с заданными свойствами; - параметры основных технологических процессов; - основы физико-химических методов анализа; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать причины нарушений параметров технологического процесса; - формулировать рекомендации по предупреждению и устранению причин нарушений параметров технологического процесса; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основами технологического мышления, необходимыми для активной творческой работы по выявлению причины нарушений параметров технологического процесса созданию перспективных процессов, материалов и технологических схем - навыками по созданию перспективных процессов, материалов и технологических схем. 		Тест
Промежуточная аттестация			КИМ

** В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.*

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание основные закономерности химической технологии как науки;
- 2) знание особенностей эксплуатации установок и аппаратуры, используемой на химических производствах;
- 3) знание проблем и перспектив развития химических производств;
- 4) умение определять оптимальные условия проведения технологических процессов.
- 5) умение раскрыть взаимосвязи между развитием химической науки и химической технологии;
- 6) умение устанавливать связь между знаниями основ химии и физики и областями применения этих знаний;
- 5) владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.

Для оценивания результатов обучения на экзамене и зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

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

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету):

1. Теория подобия. Основные критерии подобия. Критериальные уравнения.
2. Технологический режим как основа классификации процессов.
3. Фундаментальные критерии эффективности химических производств, основанные на интегральных уравнениях баланса потоков вещества.
4. Тепловые процессы. Механизмы переноса теплоты.
5. Режимы течения жидкости. Критическое число Рейнольдса.
6. Понятие о коэффициенте гидродинамического сопротивления и его зависимость от числа Рейнольдса.
7. Константа равновесия. Расчет состава равновесной реакционной смеси.
8. Абсорбция. Пленочная модель.
9. Паровоздушная конверсия природного газа. Физико-химические особенности процесса.
10. Константа равновесия. Влияние температуры и давления на константу равновесия.
11. Технологическая схема производства азотоводородной смеси.
12. Влияние на равновесный выход мольного соотношения исходных веществ, содержания продуктов реакции и примесей инертных компонентов.
13. Теплоносители, их сравнительная характеристика.
14. Колонна синтеза аммиака. Принцип действия и особенности регулирования температурного режима.
15. Массоотдача. Коэффициент массоотдачи и его зависимость от числа Рейнольдса.
16. Технологическая схема производства азотоводородной смеси.
17. Основные технологические понятия. Производительность, мощность, интенсивность.
18. Тепловые процессы. Механизмы переноса теплоты.
19. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи. Способы интенсификации процесса.
20. Паровоздушная конверсия природного газа. Физико-химические особенности процесса.
21. Массообменные процессы. Виды переноса массы. Молекулярная диффузия.

22. Абсорбция, режим медленной реакции.
23. Абсорбция, режим мгновенной реакции.
24. Понятие о микро- и макрокинетике.
25. Прямые источники тепловой энергии.
26. Технологический режим как основа классификации процессов.
27. Влияние температуры на скорость реакции и степень превращения.
28. Влияние давления на скорость реакции и степень превращения.
29. Химическое производство как сложная система.
30. Модели химических производств.
31. Аналоговое моделирование.
32. Основное уравнение теплопередачи.

19.3.2 Тестовые задания (пример)

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

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

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса и тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

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

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.