

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 25.05.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Основы технологии химического производства*

**Направление подготовки**

*18.03.01 Химическая технология*

**Профиль подготовки**

*Химическая технология неорганических  
веществ*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Прак- тические занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
5	108 / 3	16	16		1,6	0,25	33,85	74,15	Зач. с оц.
6	144 / 4	16	16		3,6	0,35	35,95	72,4	Экз.(35,65)
Итого	252 / 7	32	32		5,2	0,6	69,8	146,55	35,65

Муром, 2021 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование базовых знаний и понятий по химической технологии,

важнейшим химическим производствам и другим производствам, использующим в своей технологии химические реакции.

Задачи дисциплины: сформировать систему базовых химико-технологических знаний, понятийный аппарат, необходимый для самостоятельного восприятия, осмысления и усвоения химико-технологических знаний.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Основы технологии химического производства базируется на общей и неорганической химии, общей химической технологии, процессах и аппаратах химических технологий. На дисциплине базируется выполнение ВКР.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Способен осуществлять химико-технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса	ПК-1.1 Рассчитывает основные характеристики химического процесса, выбирает рациональную схему производства заданного продукта	знать основы технологии химического производства (ПК-1.1) уметь рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирает рациональную схему производства заданного продукта (ПК-1.1)	Вопросы к устному опросу

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Теоретические основы химической технологии	5	8	12						40	устный опрос
2	Основы проектирования химических производств	5	8	4						34,15	устный опрос
Всего за семестр		108	16	16				1,6	0,25	74,15	Зач. с оц.
3	Оборудование химических производств.	6	10	12						26	устный опрос
4	Технологические схемы производства. Характеристика сырья.	6	6	4						46,4	устный опрос
Всего за семестр		144	16	16				3,6	0,35	72,4	Экз.(35,65)
Итого		252	32	32				5,2	0,6	146,55	35,65

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 5

*Раздел 1. Теоретические основы химической технологии*

##### Лекция 1.

Технология химических производств. Понятие технологии (2 часа).

##### Лекция 2.

Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса: степень превращения (конверсия), выход продукта, селективность, производительность, интенсивность; и его технико-экономические показатели (2 часа).

##### Лекция 3.

Термодинамические расчёты в химической технологии (2 часа).

##### Лекция 4.

Экологическое и технико-экономическое обоснование проектов химических производств (2 часа).

*Раздел 2. Основы проектирования химических производств*

##### Лекция 5.

Основные этапы и организация проектирования химических производств (2 часа).

**Лекция 6.**

Системы автоматизированного проектирования (2 часа).

**Лекция 7.**

Выбор и разработка технологической схемы производства (2 часа).

**Лекция 8.**

Технологический расчет основной и вспомогательной аппаратуры (2 часа).

**Семестр 6**

*Раздел 3. Оборудование химических производств.*

**Лекция 9.**

Конструкционные материалы в химическом машиностроении (2 часа).

**Лекция 10.**

Экологическое и технико-экономическое обоснование проектов химических производств (2 часа).

**Лекция 11.**

Основные этапы и организация проектирования химических производств (2 часа).

**Лекция 12.**

Оборудования и предприятий химической промышленности (2 часа).

**Лекция 13.**

Системы автоматизированного проектирования (2 часа).

*Раздел 4. Технологические схемы производства. Характеристика сырья.*

**Лекция 14.**

Выбор и разработка технологической схемы производства (2 часа).

**Лекция 15.**

Технологический расчет основной и вспомогательной аппаратуры (2 часа).

**Лекция 16.**

Воздух и вода как сырье химической промышленности (2 часа).

#### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

**Семестр 5**

*Раздел 1. Теоретические основы химической технологии*

**Практическое занятие 1**

Технико-экономические показатели химико-технологических процессов (2 часа).

**Практическое занятие 2**

Материальный и тепловой балансы химико-технологических процессов (2 часа).

**Практическое занятие 3**

Константа химического равновесия (2 часа).

**Практическое занятие 4**

Скорость и движущая сила химико-технологического процесса (2 часа).

**Практическое занятие 5**

Стехиометрические расчеты (2 часа).

**Практическое занятие 6**

Термодинамический анализ процессов (2 часа).

*Раздел 2. Основы проектирования химических производств*

**Практическое занятие 7**

Общее уравнение баланса массы (2 часа).

**Практическое занятие 8**

Практический материальный баланс (2 часа).

**Семестр 6**

*Раздел 3. Оборудование химических производств.*

**Практическое занятие 9**

Тепловой расчет основного оборудования (2 часа).

**Практическое занятие 10**

Практический тепловой баланс (2 часа).

**Практическое занятие 11**

Теплообмен в реакторах (2 часа).

**Практическое занятие 12**

Расчет энтальпий и теплоемкостей (2 часа).

**Практическое занятие 13**

Степень термодинамического совершенства технологических процессов (2 часа).

**Практическое занятие 14**

Гидравлические расчеты (2 часа).

*Раздел 4. Технологические схемы производства. Характеристика сырья.*

**Практическое занятие 15**

Расчет сварных химических аппаратов (2 часа).

**Практическое занятие 16**

Расчет толстостенных аппаратов (2 часа).

**4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

**4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Стехиометрические расчеты в химической технологии.
2. Расчет теплот химических реакций.
3. Принципы наилучшего использования сырья, энергии, оборудования. Проверка технологической концепции материального и энергетического балансов.
4. Расчетное определение некоторых свойств растворов солей.
5. Графические построения и расчеты по диаграмме двойных систем.
6. Графические построения и расчеты по диаграмме тройных систем.
7. Аналитический и графический расчеты состава смешанных удобрений.
8. Анализ процесса переработки сильвинита на хлористый калий. Анализ процесса по диаграмме растворимости системы  $KCl - NaCl - H_2O$ .
9. Применение номограмм для расчета процессов получения сложных удобрений.
10. Гомогенные, гетерогенные, каталитические и некаталитические процессы.
11. Свойства твердых катализаторов и их приготовление. Промышленный катализ.
12. Термодинамический анализ химических реакций в химической технологии.
13. Энергия в химическом производстве.
14. Концентрирование газовых смесей.
15. Производство азотной кислоты.
16. Новые направления в развитии производства метанола.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

**4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

**4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

**5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный подход, когда преподавателем разбирается на конкретном примере проблемная ситуация, все шаги решения задачи студентам

демонстрируются при помощи мультимедийной техники. Затем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Левенец, Т. В. Основы химических производств : учебное пособие / Т. В. Левенец, А. В. Горбунова, Т. А. Ткачева. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 122 с. - <https://www.iprbookshop.ru/54136>
2. Оборудование и основы проектирования производства химических волокон : учебник / И. Н. Жмыхов, В. Э. Геллер, А. В. Акулич [и др.]. — Минск : Вышэйшая школа, 2019. — 384 с. - <https://www.iprbookshop.ru/120004>
3. Леонтьева, А. И. Оборудование химических производств. Часть 1 : учебное пособие / А. И. Леонтьева. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 234 с. - <https://www.iprbookshop.ru/64134>
4. Леонтьева, А. И. Оборудование химических производств. Часть 2 : учебное пособие / А. И. Леонтьева. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 281 с. - <https://www.iprbookshop.ru/64133>
5. Власова, Г. В. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник / Г. В. Власова, Д. А. Чудиевич, Н. А. Пивоварова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 188 с. - <https://www.iprbookshop.ru/124246>

### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Химическая технология : учебно-методическое пособие / составители А. В. Клементьева. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 146 с. - <https://www.iprbookshop.ru/116372>
2. Решетняк Е.П. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.П. Решетняк, А.К. Алейников, А.В. Комиссаров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский военный институт биологической и химической безопасности, Вузовское образование, 2008. — 416 с. - <http://www.iprbookshop.ru/8144>

### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Ximicat.com - Химический каталог. Ссылки на химические сайты и форум.

Chemport.ru - Химический портал. Новости химии, форум и др. материалы.  
<http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам.  
Программное обеспечение:  
LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

#### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

##### **«Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)  
[window.edu.ru](http://window.edu.ru)  
[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория  
проектор SANYO PDG - DSU 20; ноутбук HP.

Лаборатория общей и неорганической химии

Вытяжные шкафы «Ламинар»; комплекс для анализа тяжелых металлов; химический мультиметр с набором ионоселективных электродов; печь сушильная; весы аналитические ВЛТ-1; весы лабораторные ВЛТэ-150; весы лабораторные ВЛТэ-150; вискозиметр стеклянный; реохорд; специальная химическая посуда; водяная и песчаная баня; электроплитки; штативы химические с держателями; секундомеры; ионметр Микон-2; рН-метр ИПЛ-311.

#### **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Глубокому освоению теоретического материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебными пособиями и научными материалами. Для успешного освоения теоретического материала студент знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями. Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась, целесообразно изучать ее поэтапно – по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы опираются на предыдущие.

При подготовке к практическим занятиям целесообразно повторить основные понятия по теме занятия, изучить примеры, внимательно прочитать нужную тему, разобраться со всеми теоретическими положениями. Для более глубокого усвоения материала крайне важно обратиться за помощью к основной и дополнительной учебной, справочной литературе, журналам или к преподавателю за консультацией. На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Решая задачу, студент должен предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать и наметить план решения. В конце занятия обучающиеся демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий. Важной частью работы студента является знакомство с рекомендуемой и дополнительной литературой, поскольку лекционный материал, при всей его важности для процесса изучения дисциплины, содержит лишь минимум необходимых теоретических сведений. Высшее образование предполагает более глубокое знание предмета. Кроме того, оно предполагает не только усвоение информации, но и формирование навыков исследовательской работы. Для этого необходимо изучать и самостоятельно анализировать статьи периодических изданий и Интернет-ресурсы.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
*18.03.01 Химическая технология* и профилю подготовки *Химическая технология*  
*неорганических веществ*  
Рабочую программу составил к.х.н. *Ермолаева В.А.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 16 от 25.05.2021 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета

протокол № 6 от 25.05.2021 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
**Основы технологии химического производства**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Темы для устного опроса:

1. Физические основы выпаривания. Способы выпаривания.
2. Однокорпусное выпаривание. Тепловой и материальный балансы.
3. Температурные потери и полезная разность температур. Расчет температуры кипения раствора.
4. Физическая сущность многокорпусного выпаривания. Определение оптимального числа корпусов выпарной установки.
5. Материальный и тепловой балансы многокорпусных установок.
6. Классификация массообменных процессов. Основные понятия и определения. Способы выражения составов фаз.
7. Равновесие между фазами. Линия равновесия. Правило фаз. Закон Генри. Закон Рауля.
8. Материальный баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера). Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса.
9. Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл и от каких факторов он зависит.
10. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
11. Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Понятие фазовых сопротивлений.
12. Уравнение массопередачи при переменной движущей силе процесса. Расчет среднего значения движущей силы процесса массопередачи. Число единиц переноса.
13. Подобие диффузионных процессов. Критерии диффузионного подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного массообмена.
14. Абсорбция: физическая сущность и разновидности процесса. Закон равновесия при абсорбции. Тепловой эффект абсорбции. Материальный баланс противоточного абсорбера.
15. Уравнение рабочей линии противоточного абсорбера. Влияние удельного расхода абсорбента на габариты аппарата.
16. Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции поверхностных и насадочных абсорберов.
17. Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции насадочных и барботажных абсорберов. Типы тарелок.
18. Дистилляция и ректификация: назначение и физическая сущность процессов. Иллюстрация принципа осуществления этих процессов на диаграмме температура-состав.
19. Простая дистилляция. Варианты осуществления и области применения процесса. Схема установки. Материальный баланс процесса.
20. Физические основы непрерывной ректификации. Схема установки и ее принцип работы. Общий материальный баланс.
21. Схема ректификационной установки непрерывного действия и ее принцип работы. Материальный баланс верхней части колонны, уравнение линии рабочих концентраций для этой части.
22. Схема ректификационной установки непрерывного действия и ее принцип работы. Материальный баланс нижней части колонны, уравнение линии рабочих концентраций для этой части.
23. Изображение процесса непрерывной ректификации на У-Х диаграмме. Построение рабочих линий, определение теоретического и действительного числа тарелок.
24. Сушка. Физическая сущность процесса. Способы тепловой сушки. Формы связи влаги с материалом.

25. Основные параметры влажного воздуха. I-х диаграмма влажного воздуха.
26. I-х диаграмма влажного воздуха. Изображение теоретического процесса сушки на I-х диаграмме. Определение температуры мокрого термометра и точки росы.
27. Способы количественной оценки влагосодержания материала. Материальный баланс процесса сушки.
28. Тепловой баланс воздушной калориферной сушилки. Изображение действительного процесса сушки на I-х диаграмме. Определение расхода воздуха и теплоты на сушку.
30. Изображение вариантов сушильного процесса I-х диаграмме: сушка с промежуточным подогревом воздуха по зонам, сушка с частичной рециркуляцией отработанного воздуха. Определение расхода воздуха и теплоты.
31. Кинетические закономерности процесса сушки. Скорость сушки. Кривые сушки и скорости сушки, температурная кривая. Их анализ. Периоды процесса сушки.
32. Конструкции туннельной и барабанной сушилок.
33. Конструкции ленточной и вальцевой сушилок.
34. Конструкции сушилок кипящего слоя и распылительной.
35. Какие подсистемы относятся к основным подсистемам химического производства?
36. Какие критерии относятся к технологическим критериям эффективности химического производства?
37. Понятие степени превращения реагента.
38. Понятие выхода продукта.
39. Понятие интегральной селективности процесса.
40. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых (обратимых) сложных (простых) реакций?
41. Что является элементом ХТС?
42. Классификация элементов ХТС.
43. Характеристика механических элементов ХТС.
44. Характеристика теплообменных элементов ХТС.
45. Характеристика реакционных элементов ХТС.
46. Характеристика элементов управления ХТС.
47. Укажите параллельный вид связи элементов ХТС.
48. Укажите разветвленный вид связи элементов ХТС.
49. Укажите последовательный вид связи элементов ХТС.
50. Характеристика рециклов.
51. Какой вид связи относится к замкнутым системам?
52. Классификация моделей ХТС.
53. Характеристика моделей ХТС.
54. Укажите технологический оператор межфазного массообмена, (теплообмена, смешения и др.).
55. Укажите принцип синтеза ХТС, используемый при разработке научных основ создания химического производства.
56. Что не относится к концепциям синтеза ХТС?
57. Какой прием не используется при синтезе ХТС для реализации концепции оптимального использования сырьевых ресурсов? (оптимального использования энергии; эффективного использования оборудования; минимизации отходов).
58. Показатели качества воды, что характеризуют, как определяются?
59. Понятие жесткости воды, виды жесткости.
60. Какой вид жесткости воды обуславливает соль  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ? (варианты:  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{KCl}$  и т.д.)
61. Методы удаления из воды крупнодисперсных взвешенных частиц; мелкодисперсных взвешенных частиц; коллоидных частиц; газов.
62. Какие реагенты используются при химической коагуляции?
63. Осветление воды заключается в удалении:

64. Какая операция водоподготовки обычно проводится после отстаивания и коагуляции?
65. Какие соли образуют накипь?
66. Умягчить воду, это значит удалить из нее:
67. Методы умягчения воды, какой вид жесткости устраняет каждый метод умягчения?
68. Можно ли умягчить воду электромагнитной обработкой?
69. Обессолить воду – это значит удалить из воды:
70. Методы обессоливания воды.
71. На-катиониты в водоподготовке используют для:
72. Обратный осмос (электродиализ) – это метод очистки воды основанный на использовании:
73. Какие иониты используются для обессоливания воды?
74. Какие вещества применяют для регенерации Н – катионитов (Na –катионитов; OH – анионитов) используют.
75. Дезинфекция – это удаление из воды:
76. Методы дезинфекции воды.
77. Какой схемы водооборотных циклов не существует?
78. К вторичным материальным ресурсам относятся:
79. Как называется продукт обогащения твердого минерального сырья?
80. Пустая порода, образующаяся при обогащении твердого минерального сырья, называется:
81. Методы обогащения твердого минерального сырья.
82. К какому виду энергетических ресурсов относится нефть? (газ, уголь, биомасса, энергия солнца, ветра и т.д.)?
83. К какому виду энергетических ресурсов относятся дымовые газы?
84. Какой источник энергии относится к возобновляемым (невозобновляемым) энергоресурсам?
85. Что относится к вторичным энергетическим ресурсам?
86. Анализ построения технологических схем производств, рассмотренных в лекционном курсе.
87. Технологические критерии оценки эффективности работы химического производства: селективность процесса получения продукта, расходные коэффициенты по сырью. Связь селективности со степенью превращения и выходом продукта.
88. Технологические критерии оценки эффективности работы химического производства: степень превращения реагента, выход продукта, связь между ними.
89. Экономические критерии оценки эффективности работы химического производства.
90. Эксплуатационные и социальные критерии оценки эффективности работы химического производства.
91. Понятие о химическом производстве. Подсистемы химического производства, их краткая характеристика.
92. Понятие о технологических компонентах химического производства.
93. Классификация моделей ХТС. Их краткая характеристика.
94. Задачи анализа, синтеза и оптимизации ХТС.
95. Технологические принципы создания ХТС и методы их реализации: рациональное использование сырья, эффективное использование оборудования.
96. Технологические принципы создания ХТС и методы их реализации: рациональное использование энергии.
97. Типы технологических связей в ХТС, их характеристика.
98. Структурная и операторная схемы ХТС. Пример.
99. Технологическая и функциональная схемы ХТС. Пример.

100. Количественные модели ХТС, их характеристика. Пример топологического графа.

**Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	2 практических задания	20 (5 семестр), 10 (6 семестр)
Рейтинг-контроль 2	3 практических задания	20 (5 семестр), 10 (6 семестр)
Рейтинг-контроль 3	3 практических задания	20 (5 семестр), 10 (6 семестр)
Посещение занятий студентом		15 (5 семестр), 15 (6 семестр)
Дополнительные баллы (бонусы)		5 (5 семестр), 5 (6 семестр)
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		20 (5 семестр), 10 (6 семестр)

**2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

**Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

**Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

ПК-1:

Блок 1 (знать)

1. Физические основы выпаривания. Способы выпаривания.
2. Однокорпусное выпаривание. Тепловой и материальный балансы.
3. Температурные потери и полезная разность температур. Расчет температуры кипения раствора.
4. Физическая сущность многокорпусного выпаривания. Определение оптимального числа корпусов выпарной установки.
5. Материальный и тепловой балансы многокорпусных установок.
6. Классификация массообменных процессов. Основные понятия и определения. Способы выражения составов фаз.
7. Равновесие между фазами. Линия равновесия. Правило фаз. Закон Генри. Закон Рауля.
8. Материальный баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера). Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса.
9. Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл и от каких факторов он зависит.
10. Какие подсистемы относятся к основным подсистемам химического производства?
11. Какие критерии относятся к технологическим критериям эффективности химического производства?
12. Понятие степени превращения реагента.
13. Понятие выхода продукта.
14. Понятие интегральной селективности процесса.
15. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых (обратимых) сложных (простых) реакций?
16. Что является элементом ХТС?
17. Классификация элементов ХТС.
18. Характеристика механических элементов ХТС.
19. Характеристика теплообменных элементов ХТС.

20. Какие соли образуют накипь?
21. Умягчить воду, это значит удалить из нее:
22. Методы умягчения воды, какой вид жесткости устраняет каждый метод умягчения?
23. Можно ли умягчить воду электромагнитной обработкой?
24. Обессолить воду – это значит удалить из воды:
25. Методы обессоливания воды.
26. На-катиониты в водоподготовке используют для:
27. Обратный осмос (электродиализ) – это метод очистки воды основанный на использовании:
28. Какие иониты используются для обессоливания воды?
29. Какие вещества применяют для регенерации Н – катионитов (Na –катионитов; ОН – анионитов) используют.
30. Дезинфекция – это удаление из воды:
31. Методы дезинфекции воды.

## Блок 2 (уметь)

1. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
2. Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Понятие фазовых сопротивлений.
3. Уравнение массопередачи при переменной движущей силе процесса. Расчет среднего значения движущей силы процесса массопередачи. Число единиц переноса.
4. Подобие диффузионных процессов. Критерии диффузионного подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного массообмена.
5. Абсорбция: физическая сущность и разновидности процесса. Закон равновесия при абсорбции. Тепловой эффект абсорбции. Материальный баланс противоточного абсорбера.
6. Уравнение рабочей линии противоточного абсорбера. Влияние удельного расхода абсорбента на габариты аппарата.
7. Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции поверхностных и насадочных абсорберов.
8. Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции насадочных и барботажных абсорберов. Типы тарелок.
9. Дистилляция и ректификация: назначение и физическая сущность процессов. Иллюстрация принципа осуществления этих процессов на диаграмме температура-состав.
10. Простая дистилляция. Варианты осуществления и области применения процесса. Схема установки. Материальный баланс процесса.
11. Физические основы непрерывной ректификации. Схема установки и ее принцип работы. Общий материальный баланс.
12. Характеристика реакционных элементов ХТС.
13. Характеристика элементов управления ХТС.
14. Укажите параллельный вид связи элементов ХТС.
15. Укажите разветвленный вид связи элементов ХТС.
16. Укажите последовательный вид связи элементов ХТС.
17. Характеристика рециклов.
18. Какой вид связи относится к замкнутым системам?
19. Классификация моделей ХТС.
20. Характеристика моделей ХТС.
21. Укажите технологический оператор межфазного массообмена, (теплообмена, смешения и др.).

## Блок 3 (владеть)

1. Схема ректификационной установки непрерывного действия и ее принцип работы. Материальный баланс верхней части колонны, уравнение линии рабочих концентраций для этой части.

2. Схема ректификационной установки непрерывного действия и ее принцип работы. Материальный баланс нижней части колонны, уравнение линии рабочих концентраций для этой части.
3. Изображение процесса непрерывной ректификации на У-Х диаграмме. Построение рабочих линий, определение теоретического и действительного числа тарелок.
4. Сушка. Физическая сущность процесса. Способы тепловой сушки. Формы связи влаги с материалом.
5. Основные параметры влажного воздуха. I-х диаграмма влажного воздуха.
6. I-х диаграмма влажного воздуха. Изображение теоретического процесса сушки на I-х диаграмме. Определение температуры мокрого термометра и точки росы.
7. Способы количественной оценки влагосодержания материала. Материальный баланс процесса сушки.
8. Тепловой баланс воздушной калориферной сушилки. Изображение действительного процесса сушки на I-х диаграмме. Определение расхода воздуха и теплоты на сушку.
9. Изображение вариантов сушильного процесса I-х диаграмме: сушка с промежуточным подогревом воздуха по зонам, сушка с частичной рециркуляцией отработанного воздуха. Определение расхода воздуха и теплоты.
10. Кинетические закономерности процесса сушки. Скорость сушки. Кривые сушки и скорости сушки, температурная кривая. Их анализ. Периоды процесса сушки.
11. Конструкции туннельной и барабанной сушилок.
12. Конструкции ленточной и вальцевой сушилок.
13. Конструкции сушилок кипящего слоя и распылительной.
14. Укажите принцип синтеза ХТС, используемый при разработке научных основ создания химического производства.
15. Что не относится к концепциям синтеза ХТС?
16. Какой прием не используется при синтезе ХТС для реализации концепции оптимального использования сырьевых ресурсов? (оптимального использования энергии; эффективного использования оборудования; минимизации отходов).
17. Показатели качества воды, что характеризуют, как определяются?
18. Понятие жесткости воды, виды жесткости.
19. Какой вид жесткости воды обуславливает соль  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ? (варианты:  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  ,  $\text{CaCl}_2$  ,  $\text{MgCl}_2$  ,  $\text{KHCO}_3$  ,  $\text{KCl}$  и т.д.)
20. Методы удаления из воды крупнодисперсных взвешенных частиц; мелкодисперсных взвешенных частиц; коллоидных частиц; газов.
21. Какие реагенты используются при химической коагуляции?
22. Осветление воды заключается в удалении:
23. Какая операция водоподготовки обычно проводится после отстаивания и коагуляции?

### **Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания**

На основе контрольных вопросов к практическим занятиям формируются индивидуальные задания для каждого студента. В результате выявляется процент правильных ответов. Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется с учетом процента правильных ответов на контрольные вопросы к практическим занятиям. На основе типовых контрольных вопросов формируется тематика экзаменационных билетов и с учетом качества ответов на экзаменационные и дополнительные вопросы экзаменатора, с учетом семестрового рейтинга определяется экзаменационная оценка.



Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b><i>Высокий уровень</i></b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>Продвинутый уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Определите условия эффективного проведения равновесного химического процесса:

- при понижении температуры для экзотермического процесса и максимальной температуре для эндотермического процесса
- в точке равновесия, где достигается максимальный выход продукта
- при максимальной движущей силе, т.е. вдали от условий равновесия
- при максимально возможном приближении к условиям равновесия

Селективность процесса есть отношение:

- количества целевого продукта к количеству всех продуктов (целевого и побочных)
- количества исходного вещества, превратившегося в целевой продукт, к количеству всего превращенного исходного вещества
- количества целевого продукта к количеству побочных продуктов
- количества целевого продукта к количеству всего превращенного исходного вещества

Современная химическая промышленность привязана в основном:

- к малонаселенным местам
- к районам добычи и переработки нефти и газа
- к местам скопления населения
- к местам потребления продукции

Остаток от перегонки нефти называется - ...

Водород образует взрывчатые смеси с ...

Образование фенолформальдегидной смолы относится к реакциям ...

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=189>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.