|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  федеральное государственное АВТОНОМНОЕ образовательное учреждение высшего образования  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» |
| **Озерский технологический институт –**  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  **(ОТИ НИЯУ МИФИ)**  УТВЕРЖДАЮ  Директор ОТИ НИЯУ МИФИ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.А. Иванов  «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г. |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

ОП.09 Процессы и аппараты

для специальности 18.02.03

Химическая технология неорганических веществ

2021

|  |  |
| --- | --- |
| ОДОБРЕНА  предметной (цикловой) комиссией химических технологий  Протокол № \_\_\_\_\_\_\_ от  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.  Председатель ПЦК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Н.Лупеха | Рабочая программа разработана на основе примерной основной профессиональной образовательной программы в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_ №\_\_\_\_\_\_ |

Разработчик

\_Кочерев А.В., преподаватель ОТИ НИЯУ МИФИ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент

\_Сергеева Г.В., преподаватель ОТИ НИЯУ МИФИ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

© Озерский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ 4

ДИСЦИПЛИНЫ

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ 5

ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ 12

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ 13

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1 ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности  **18.02.03 Химическая технология неорганических веществ**

(с углубленной подготовкой).

### 1.2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Программа учебной дисциплины может быть использованав дополнительном профессиональном образовании и профессиональной подготовке работников в области химического производства.

### 1.3 Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен уметь:

* читать, выбирать, изображать и описывать технологические схемы;
* выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов; - выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования;
* обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного

производства;

* обосновывать целесообразность выбранных технологических схем; - осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

* классификацию и физико-химические основы процессов химической технологии;
* характеристики следующих основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных;
* методику расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов;
* методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования;
* типичные технологические системы химических производств и их аппаратурное оформление;
* основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств;
* принципы выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями.

### 1.4 Количество часов на освоение программы учебной дисциплины

Максимальная учебная нагрузка студента 333 часа, в том числе:

* обязательной аудиторной учебной нагрузки студента 222 часов; - самостоятельной работы студента 92 часа;
* консультации 19 часов.

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид учебной работы** | ***Объем часов*** |
| **Максимальная учебная нагрузка (всего)** | **232** |
| **Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)** | **159** |
| в том числе: |  |
| лабораторные занятия |  |
| практические занятия | 30 |
| контрольная работа |  |
| курсовой работа | 20 |
| **Самостоятельная работа студента (всего)** | **73** |
| *Итоговая аттестация в форме экзамена* |  |

### 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины Процессы и аппараты

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование тем** | **Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работ (проект)** *(если предусмотрены)* | **Объем часов** | **Уровень**  **освоения** |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **Раздел 1 Физико-химические основы химической технологии** | | ***6*** | *2* |
| **Тема 1.1**  **Предмет и задачи дисциплины** | **Содержание учебного материала** | ***2*** |
| **Предмет и задачи дисциплины, его значение для старшего техника – технолога** Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов | *1* |
| **Основные конструкционные материалы и их выбор**  Стали. Маркировка сталей. Чугуны. Цветные металлы их сплавы | *1* |
| **Практические работы** | ***4*** |
| № 1. Маркировка сталей |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***3*** |
| Выучить определения | *1* |
| Маркировка цветных металлов | *1* |
| Маркировка чугунов | *1* |
| **Раздел 2 Гидромеханические процессы** | | ***110*** |
| **Тема 2.1 Основы гидравлики** | **Содержание учебного материала** | ***18*** |
| **Гидростатика**  Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики. | *2* | *2* |
| **Гидродинамика**  Основные характеристики движения жидкостей. Режимы движения жидкостей. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкостей. | *2* |
| **Основы теории подобия**  Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Расчет диаметра трубопроводов. Эквивалентный диаметр. | *2* |
| **Практические работы** | ***6*** |
| № 2. Решение задач |
| **Контрольная работа** | ***2*** |
| Гидростатика. Гидродинамика. Определение режима течения жидкостей. |
| **Лабораторные работы** | ***4*** |
| № 1. Изучение механики жидкости |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***6*** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Практическое применение основного уравнения гидростатики | *1* |  |
| Практическое применение уравнения Бернулли | *1* |
| Движение тел в жидкостях | *1* |
| Решение задач | *2* |
| Оформление отчета по л.р. №1 и подготовка к защите | *1* |
| **Тема 2.2**  **Перемещение жидкостей** | **Содержание учебного материала** | ***20*** |
| **Общие понятия и определения**  Перемещение жидкостей. Сжатие и перемещение газов.. | *1* | *2* |
| **Основные параметры насосов**  Подача, напор, мощность, коэффициент полезного действия, высота всасывания | *1* |
| **Центробежные насосы**  Устройство и принцип действия | *2* |
| **Роторные, вихревые, струйные, герметичные, погружные насосы**  Сравнительная характеристика и области использования насосов | *2* |
| **Классификация компрессоров**  Термодинамические основы сжатия газов. Поршневые компрессоры, индикаторная диаграмма, производительность, предел одноступенчатого сжатия | *1* |
| **Ротационные компрессоры и газодувки**  Центробежные компрессоры и вентиляторы, турбогазодувки, осевые компрессоры, вакуумнасосы, устройство и принцип действия | *2* |
| **Практические работы** | ***12*** |
| № 3. Решение задач |
| **Лабораторные работы** | ***8*** |
| № 2. Изучение характеристик центробежного насоса | *4* |
| № 3. Изучение характеристик компрессоров | *4* |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***12*** |
| Классификация насосов | *1* |
| Кавитация | *1* |
| Поршневы насосы | *1* |
| Монтежю | *1* |
| Поршневые компрессоры | *1* |
| Осевые вентиляторы | *1* |
| РГЗ: Расчет центробежного насоса | *4* |
| Оформление отчета по лабораторной работе № 2 и подготовка к защите | *1* |
| Оформление отчета по лабораторной работе № 3 и подготовка к защите | *1* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тема 2.3 Разделение неоднородных систем** | **Содержание учебного материала** | ***20*** | *2* |
| **Разделение жидких неоднородных систем** Классификация систем | *1* |
| **Отстаивание**  Устройство и принцип действия отстойников | *2* |
| **Центрифугирование**  Устройство и принцип действия центрифуг | *2* |
| **Фильтрование**  Устройство и принцип действия фильтров | *2* |
| **Разделение газовых систем**  Очистка газов фильтрованием. Электрическая очистка газов | *2* |
| **Практические работы** | ***20*** |
| № 4. Расчет отстойника | *4* |
| № 5. Расчет центрифуги | *4* |
| № 6. Расчет фильтра | *4* |
| № 7. Расчет пылеосадительной камеры | *4* |
| № 8. Расчет гидроциклона | *4* |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***10*** |
| Выучить определения | *1* |
| Отстойники непрерывного действия | *1* |
| Классификация центрифуг | *1* |
| Фильтровальные перегородки | *1* |
| Мокрая очистка газов | *1* |
| Оформление отчета к практической работе № 4 и подготовка к защите | *1* |
| Оформление отчета к практической работе № 5 и подготовка к защите | *1* |
| Оформление отчета к практической работе № 6 и подготовка к защите | *1* |
| Оформление отчета к практической работе № 7 и подготовка к защите | *1* |
| Оформление отчета к практической работе № 8 и подготовка к защите | *1* |
| **Раздел 3 Тепловые процессы** | | ***48*** |
| **Тема 3.1 Основы теплопередачи в химической аппаратуре** | **Содержание учебного материала** | ***11*** | *2* |
| **Основные понятия и определения** Основы теории передачи теплоты | *1* |
| **Тепловые балансы**  Основное уравнение теплопередачи. Передача тепла теплопроводностью | *2* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Тепловое подобие**  Теплообмен излучением. Законы Стефана – Больцмана, Кирхгофа | *2* |  |
| **Теплопередача**  Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача при постоянных и переменных температурах теплоносителей | *2* |  |
| **Практические работы** | ***4*** |
| № 9. Решение задач |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***5*** |
| Выучить определения | *1* |  |
| Тепловое излучение | *1* |
| Передача тепла конвекцией | *1* |  |
| Выбор взаимного направления движения теплоносителей | *1* |
| Решение задач | *1* |
| **Тема 3.2**  **Промышленные способы подвода и отвода тепла** | **Содержание учебного материала** | ***17*** |
| **Нагревающие и охлаждающие агенты**  Характеристики теплоносителей. Способы нагревания, охлаждения и конденсации | *1* | *2* |
| **Конструкции теплообменных аппаратов**  Классификация теплообменных аппаратов. Конструкция теплообменников, устройство и особенности эксплуатации | *2* |
| **Практические работы** | ***10*** |
| № 10. Расчет теплообменной аппаратуры |
| **Лабораторные работы** | ***4*** |
| № 4. Изучение теплообменной аппаратуры |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***7*** |
| Нагревание электрическим током | *1* |
| Змеевиковы, пластинчатые теплообменники | *1* |
| Решение задач | *4* |
| Оформление отчета по лабораторной работе № 4 и подготовка к защите | *1* |
| **Тема 3.3**  **Выпаривание** | **Содержание учебного материала** | ***8*** |
| **Основные понятия и определения** Классификация выпарных аппаратов | *1* | *2* |
| **Материальный и тепловой баланс выпаривания**  Общая и полезная разность температур. Распределение полезной разности температур по корпусам. | *2* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Выпарные аппараты**  Устройство и принцип действия выпарных аппаратов | *1* |  |
| **Практические работы** | ***4*** |  |
| № 11. Решение задач |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***4*** |
| Однокорпусные и много корпусные выпарные аппараты | *1* |
| Сравнительная характеристика выпарных аппаратов | *1* |  |
| Устройство и принцип действия выпарных аппаратов | *1* |  |
| Решение задач | *1* |  |
| **Раздел 4 Массообменные процессы и аппараты** | | ***131*** |  |
| **Тема 4.1 Основы массопередачи** | **Содержание учебного материала** | ***4*** |
| **Основы массопередачи**  Основные понятия и определения | *1* | *2* |
| **Равновесие при массопередаче**  Фазовое равновесие. Материальный баланс. Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи. | *1* |
| **Уравнения массоотдачи и массопередачи** | *1* |
| **Расчет основных размеров массообменных аппаратов** Определение диаметра, высоты колонного аппарата**.** | *1* |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***5*** |
| Выучить определения | *1* |
| Реферат: Массообменные аппараты и их роль в химической промышленности | *4* |
| **Тема 4.2 Абсорбция** | **Содержание учебного материала** | ***12*** |
| **Основные понятия и определения**  Общие сведения. Равновесие при абсорбции. | *1* | *2* |
| **Материальный баланс абсорбера**  Уравнение рабочей линии. Выбор расхода абсорбента. Скорость процесса. | *1* |
| **Расчет абсорберов**  Расчет основных размеров абсорберов насадочного и тарелочного типов. Влияние температуры и давления на процесс абсорбции и размер аппарата. | *1* |
| **Устройство абсорбционных аппаратов**  Основные типы абсорбционных аппаратов, их устройство, особенности работы.  Поверхностные, пленочные, насадочные | *1* |
| **Практические работы** | ***4*** |
| № 12. Решение задач |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Лабораторные работы** | ***4*** |  |
| № 5. Изучение процесса абсорбции |  |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***6*** |
| Выучить определения | *1* |
| Виды насадок | *1* |
| Виды тарелок | *1* |  |
| Тарельчатые абсорберы | *1* |  |
| Решение задач | *1* |
| Оформление отчетов по лабораторной работе № 5 и подготовка к защите | *1* |  |
| **Тема 4.3 Перегонка жидкостей** | **Содержание учебного материала** | ***24*** |  |
| **Дистилляция и ректификация**  Основные определения. Характеристики двухфазных систем жидкость - пар. | *1* | *2* |
| **Виды перегонки**  Простая перегонка, перегонка с дефлегмацией | *1* |
| **Ректификация**  Общая схема ректификационной установки | *1* |
| **Материальный и тепловой баланс колонны**  Уравнение рабочих линий, их изображение на диаграмме «у-х» | *1* |
| **Флегмовое число, его минимальное и действительное значение** Определение числа теоретических тарелок | *1* |
| **Графический и аналитический методы расчета**  Определение основных размеров ректификационных колонн | *1* |
| **Практические работы** | ***14*** |
| № 13. Решение задач |
| **Лабораторные работы** | ***4*** |
| № 6. Изучение процесса ректификации |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***11*** |
| Выучить определения | *1* |
| Перегонка в токе носителя | *1* |
| Периодически действующая ректификационная установка | *1* |
| Устройство ректификационных аппаратов | *1* |
| Экстрактивная ректификация | *1* |
| Азетропная ректификация | *1* |
| Решение задач | *4* |
| Оформление отчета по лабораторной работе № 6 и подготовка к защите | *1* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тема 4.4**  **Экстракция** | **Содержание учебного материала** | ***8*** |  |
| **Процессы экстракции в системах жидкость – жидкость**  Общая характеристика процесса и области применения экстракции в системе жидкостьжидкость. Равновесие при экстракции. | *1* | *2* |
| **Изотермы экстракции в треугольной диаграмме** | *1* |
| **Расчет и устройство экстракционных аппаратов** | *2* |
| **Практические работы** | ***4*** |
| № 14. Решение задач |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***4*** |
| Классификация экстракционных аппаратов | *1* |
| Диффенциально-контактные экстракторы | *1* |
| Экстракторы с подводом внешней энергии | *1* |
| Решение задач | *1* |
| **Тема 4.5 Адсорбция** | **Содержание учебного материала** | ***8*** |
| **Основные понятия и определения**  Общие сведения о процессе, области применения | *1* | *2* |
| **Равновесие при адсорбции. Скорость адсорбции** Изотермы адсорбции. Массопередача при адсорбции. | *1* |
| **Устройство адсорберов и схемы адсорбционных установок** | *2* |
| **Практические работы** | ***4*** |
| № 15. Решение задач |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***4*** |
| Выучить определения | *1* |
| Характеристики адсорбентов | *1* |
| Адсорберы с кипящим слоем поглотителя | *1* |
| Решение задач | *1* |
| **Тема 4.6 Сушка** | **Содержание учебного материала** | ***8*** | *2* |
| **Основные понятия и определения**  Равновесие при сушке. Материальный и тепловой баланс сушки. | *2* |
| **Устройство и принцип действия сушилок**  Основные типы сушильных аппаратов, их устройство, особенности работы. | *2* |
| **Практические работы** | ***4*** |
| № 16. Решение задач по I-X диаграмме |
| **Самостоятельная работа студентов** | ***13*** |
| Выучить определения | *1* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Конвективные сушилки | *1* |  |
| Решение задач | *1* |  |
| **Примерная тематика курсовой работы** | 1. Расчет теплообменного аппарата | ***20*** |  |
| 2. Расчет выпарной установки |
| 3. Расчет ректификационной колонны |
| 4. Расчет абсорбера |
| 5. Расчет барабанной сушилки |
| **Самостоятельная работа студентов над курсовой работой** | ***12*** |
|  | **Итого:** | ***232*** |  |

1. **УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия кабинета химических дисциплин и лаборатории «Процессов и аппаратов».

**Модели оборудования лаборатории:**

1. Стенд гидравлический учебный ТМЖ-2В-09-12ЛР-01 "Механика жидкости";
2. Типовой лабораторный комплекс. Стенд учебный "Теплотехника жидкости" ТПЖ-010-6ЛР-01;
3. Лабораторный универсальный модульный малый ректификационный комплекс ( ЛУММАРК );
4. Установка по изучению процесса абсорбции;
5. Лабораторный стенд СГУ-ЦНС-012-6ЛР-12К "Центробежные насосы" 6. Типовой комплект учебного оборудования РППК-010-5ЛР-01 «Рабочие процессы поршневого компрессора» **Технические средства обучения:**
6. Компьютер
7. Мультимедиапроектор

**3.2 Информационное обеспечение обучения. Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

**Основные источники:**

1. В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: в 2 кн., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 г.
2. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. 10-е изд., стереотипное, доработанное- М.: ООО ТИД "Альянс", 2004 - 753 с., илл.

**Дополнительные источники:**

* 1. Дытнерский Ю. И. – Процессы и аппараты химической технологии. Изд. 2-е. В 2-х кн. М.: Химия, 1995. - 368с.
  2. Пилипенко Н.И., Пелевина Л.Ф. - Процессы и аппараты. - М: Академия, 2008.

- 336 с.

1. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии.

Пособие по проектированию, 2-е изд. перераб. и дополн. - М.: Химия, 1991. - 496с.

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М. -

2009 г., 753 с.

**Интернет-ресурсы:**

1. www.knigafund.ru - книги в электронном виде
2. http://www.fcior.edu.ru - сайт федерального центра информационных образовательных ресурсов

**4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

Текущий контроль результатов освоения дисциплины проводиться преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения студентами индивидуальных заданий, исследований. Обучение по учебной дисциплине завершается промежуточной аттестацией в форме экзамена. Экзаменационные билеты разрабатываются преподавателем, ведущим дисциплину и рассматриваются на заседании цикловой комиссии и утверждаются руководителем колледжа.

|  |  |
| --- | --- |
| **Результаты обучения**  **(освоенные умения, усвоенные знания)** | **Формы и методы контроля и оценки результатов обучения** |
| **уметь** читать, выбирать, изображать и описывать технологические схемы | *Экспертная оценка выполнения курсовой работы*  *Оценка выполнения самостоятельной домашней работы* |
| **уметь** выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов | *Экспертная оценка деятельности на практических занятиях*  *Экспертная оценка выполнения курсовой работы*  *Оценка выполнения самостоятельной домашней работы* |
| **уметь** выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования | *Экспертная оценка деятельности на практических занятиях*  *Экспертная оценка выполнения курсовой работы*  *Оценка выполнения самостоятельной домашней работы*  *Экзамен* |
| **уметь** обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства | *Экспертная оценка выполнения курсовой работы*  *Оценка выполнения самостоятельной домашней работы* |
| **уметь** обосновывать целесообразность выбранных технологических схем | *Экспертная оценка выполнения курсовой работы* |
| **уметь** осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам | *Экспертная оценка выполнения курсовой работы*  *Оценка выполнения самостоятельной домашней работы* |
| **знать** классификацию и физикохимические основы процессов химической технологии | *Экзамен* |
| **знать** характеристики следующих основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных | *Экзамен*  *Экспертная оценка выполнения курсовой работы* |
| **знать** методику расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов | *Экспертная оценка деятельности на практических занятиях*  *Экспертная оценка выполнения курсовой работы*  *Оценка выполнения самостоятельной* |
|  | *домашней работы* |
| **знать** методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования | *Экспертная оценка деятельности на практических занятиях*  *Экспертная оценка выполнения курсовой работы*  *Оценка выполнения самостоятельной домашней работы*  *Экзамен* |
| **знать** типичные технологические системы химических производств и их аппаратурное оформление | *Оценка выполнения самостоятельной домашней работы Экзамен* |
| **знать** основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств | *Экспертная оценка выполнения курсовой работы Экзамен* |
| **знать** принципы выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями | *Экспертная оценка выполнения курсовой работы*  *Оценка выполнения самостоятельной домашней работы* |