

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Оборудование производств неорганических веществ»

**Направления подготовки**  
«18.03.01. Химическая технология»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Химическая технология неорганических веществ»

**Квалификация выпускника**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
Заочная

### Цель освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в подготовке квалифицированного бакалавра направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология, в информировании студентов о классификации, устройстве и работе механического (технологического) оборудования цехов, производящих неорганические вещества.

Задачи изучения дисциплины:

- рассмотрение сущности и особенностей процессов, происходящих на этапах технологического цикла в зависимости от особенностей и конструкций оборудования;
- изучение принципов устройства и работы оборудования;
- рассмотрение различных видов технологических принципиальных схем и конструкций и наиболее типичных примеров устройств машин производства, применяемых на различных этапах производственно-технологического цикла;
- анализ принципов выбора того или иного оборудования для решения конкретных задач в зависимости от производственных условий.

Изучение дисциплины должно основываться на следующих профессиональных стандартах:

- 26.001 Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов;
- 26.004 Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов.
- 24.075 Инженер-исследователь в области разделения изотопов

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Преподавание дисциплины «Оборудование производств неорганических веществ» базируется на междисциплинарных связях и неразрывно связано с изучением таких дисциплин, как математика, общая химическая технология, информатика, процессы и аппараты химической технологии, новые информационные технологии в профессиональной деятельности. Полученные знания по дисциплине потребуются для изучения специальных химических и технологических дисциплин и практик, таких как:

- технология минеральных удобрений, солей и щелочей;
- расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании;
- системы управления химико-технологическими процессами;
- химические реакторы;
- моделирование химико-технологических процессов;
- производственная практика (преддипломная).

После изучения дисциплины выпускники должны быть готовы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/02.6. Отбор проб по технологической цепочке разделения изотопов, обработка результатов анализа и показаний приборов;
- А/05.6. Учет и контроль радиоактивных, изотопномодифицированных веществ, продукции, сырья и отходов;
- В/02.6. Проведение экспертизы технических документов производства наноструктурированных композиционных материалов на соответствие требованиям внутреннего рынка и экспортным требованиям.
- В/03.6. Составление технических заданий на подготовку проектов технических стандартов производства наноструктурированных композиционных материалов;
- D/02.6. Предупреждение брака на участке и повышение качества изделий;
- D/04.6. Составление отчетности о производственной деятельности цеха (участка).

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

– профессиональные

| Код компетенции | Наименование компетенции                                   | Индикаторы достижения компетенции   |
|-----------------|--|---|
| ПК-2            | Способен использовать знание свойств химических элементов, | З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента |

|      |   |   |
|------|---|---|
|      | соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности  | У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями<br>В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства   |
| ПК-7 | Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения | З-ПК-7 Знать технологии и системы экологического менеджмента при проведении испытаний с использованием технических средств<br>У-ПК-7 Уметь выполнять работы по сбору и накоплению данных при разработке технологических процессов<br>В-ПК-7 Владеть навыками выбора технических устройств и технологий с учетом экологических последствий их применения для подготовки проекта плана мероприятий по использованию сырья в дополнительных производственных целях |

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

| Направление/цели            | Создание условий, обеспечивающих  | Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины  | Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность   |
|-----------------------------|---|--|--|
| Профессиональное воспитание | - формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(В18)</b> | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий. | 1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий города по вопросам технологического лидерства России.<br>2. Участие в подготовке публикаций в научных изданиях |

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 9-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов

### Календарный план

| № Р а з д е л а | № Т е м ы | Наименование раздела (темы) дисциплины                               | Виды учебной деятельности (в часах) |        |              |              |     | Аттестация раздела (форма) | Максимальный балл за раздел |
|-----------------|-----------|--|-------------------------------------|--------|--------------|--------------|-----|----------------------------|-----------------------------|
|                 |           |  | Всего                               | Лекции | Лабораторные | Практические | СРС |                            |                             |
| I раздел        |           |  |                                     |        |              |              |     |                            |                             |
| 1               | 1         | Оборудование. Основные понятия, классификация, требования, материалы |                                     | 2      |              | 3            | 27  | СР, УО (письменно)         | 25                          |

|                                     |   |  |            |          |  |          |           |                        |           |
|-------------------------------------|---|--|------------|----------|--|----------|-----------|------------------------|-----------|
| 1                                   | 2 | Реакторы. Основные понятия, классификация, требования.         |            | 1        |  |          | 10        |                        |           |
| 1                                   | 3 | Аппараты с мешалкой  |            | 1        |  |          | 10        |                        |           |
| <b>II раздел</b>                    |   |  |            |          |  |          |           |                        |           |
| 2                                   | 4 | Колонные и башенные аппараты                                   |            | 2        |  | 3        | 27        | КР (устно и письменно) | 25        |
| 2                                   | 5 | Аппарата для контактно-каталитических процессов в газовой фазе |            | 1        |  |          | 10        |                        |           |
| 2                                   | 6 | Печи   |            | 1        |  |          | 10        |                        |           |
| <b>Вид промежуточной аттестации</b> |   |  | <b>108</b> | <b>8</b> |  | <b>6</b> | <b>94</b> | <b>Экзамен</b>         | <b>50</b> |

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

| <b>Обозначение</b> | <b>Полное наименование</b> |
|--------------------|----------------------------|
| КР                 | Контрольная работа         |
| СР                 | Самостоятельная работа     |
| УО                 | Устный опрос               |

### Содержание лекционного курса

| <b>№ темы</b>   | <b>Всего часов</b> | <b>№ лекции</b> | <b>Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции</b>  | <b>Учебно-методическое обеспечение</b> |
|-----------------|--------------------|-----------------|--|--|
| <b>1</b>        | <b>2</b>           | <b>3</b>        | <b>4</b>   | <b>5</b>                               |
| <b>Раздел 1</b> |                    |                 |  |  |
| 1               | 2                  | 1               | Оборудование, основные понятия, требования. Конструкционные материалы классификация, требования к химической аппаратуре, порядок расчета, типы расчетов. Реакторы, их виды. Виды конструкционных материалов: металлы сплавы, неметаллические материалы, огнеупорные, теплоизоляционные, прокладочные и набивочные, виды коррозии и способы защиты металлов от коррозии, влияние материала аппарата на конструкцию  | 1-9                                    |
| 2               | 1                  | 2               | Реакторы<br>Порядок расчета, типы расчетов.<br>Реакторы, их виды<br>Влияние кинетики на выбор реакторов  |  |
| 3               | 1                  | 3,4             | Аппараты с мешалкой<br>Основные показатели процесса перемешивания (степень смешения, интенсивность перемешивания), время смешения, время пребывания. Влияние перемешивания на передачу теплоты или массы (суспензирование, растворение, кристаллизация, абсорбция)<br>Способы перемешивания, виды лопастей. Выбор мешалки. Выбор аппарата. Расчет мешалок. Классификация. Устройство, принцип действия, основные характеристики. Достоинства и недостатки. |  |
| <b>Раздел 2</b> |                    |                 |  |  |
| 4               | 2                  | 5,6             | Колонные и башенные аппараты<br>Тарельчатые, насадочные колонны, устройства для орошения. Типы аппаратов. Классификация. Устройство, принцип действия, основные характеристики. Достоинства и недостатки.  | 1-9                                    |

|   |          |     |   |
|---|----------|-----|---|
| 5 | 1        | 6,7 | Аппарата для контактно-каталитических процессов в газовой фазе<br>Аппараты с неподвижным и псевдоожиженным слоями катализатора. Классификация. Устройство, принцип действия, основные характеристики. Достоинства и недостатки.                   |
| 6 | 1        | 8   | Печи<br>Классификация печей. Шахтные, распылительные печи с кипящим слоем, барабанные вращающиеся печи, муфельные, реакционные камерные печи .<br>Классификация. Устройство, принцип действия, основные характеристики. Достоинства и недостатки. |
|   | <b>8</b> |     | <b>Всего</b>  |

#### Перечень практических занятий

| № темы | Всего часов | № занятия | Тема практического занятия. Задания, вопросы, отработываемые на практическом занятии  | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|-----------|---|---------------------------------|
| 1      | 2           | 3         | 4   | 5                               |
| 1-3    | 3           | 1-5       | <b>Основы технологического расчета аппаратов непрерывного действия</b><br>Расчет производительности завода, цеха. Виды производительности, особенности расчета.<br>Особенности расчета аппаратов непрерывного действия – расходы реагентов и продуктов. Расчет производительности, объема, количества аппаратов.<br>Выбор аппарата в соответствие с НТД. Расчет геометрических размеров аппарата и объема пространства, необходимого для расположения аппарата в цехе.                    | 6                               |
| 1-3    | 3           | 6-10      | <b>Основы технологического расчета аппаратов периодического действия</b><br>Расчет производительности завода, цеха. Виды производительности, особенности расчета.<br>Особенности расчета аппаратов периодического действия – время цикла, количеств циклов работы аппаратов. Расчет производительности, объема, количества аппаратов. Выбор аппарата в соответствие с НТД. Расчет геометрических размеров аппарата и объема пространства, необходимого для расположения аппаратов в цехе. | 7                               |
|        | <b>6</b>    |           | <b>Всего</b>  |                                 |

#### Задания для самостоятельной работы студентов

| Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)   | Всего часов | Учебно-методическое обеспечение |
|---|-------------|---------------------------------|
| 1   | 2           | 3                               |
| Аппараты для гранулирования<br>Ретурные и безретурные установки. Барабанные грануляторы, Барабанные грануляторы-сушилки, Шнековые грануляторы, Тарельчатый гранулятор, грануляторах с кипящим слоем. Таблеточные машины. Гранулирование паст, расплавов | 20          | 1-9                             |
| Транспортное оборудование,<br>Классификация. Конвейеры и элеваторы. Пластинчатый конвейер,  | 7           | 1-9                             |

|  |    |     |
|--|----|-----|
| Скребковые конвейеры сплошного волочения, Трубчатые скребковые конвейеры. Ковшовой элеватор. Винтовые конвейеры (шнеки). Установки пневмотранспорта  |    |     |
| Оборудование для измельчения дробилки крупного, среднего и мелкого дробления, мельницы тонкого и коллоидного помола., Барабанные, Вибрационные, струйные м мельницы. Организация измельчения   | 10 | 1-9 |
| Аппараты для разделения суспензий Отстойники, фильтры, фильтровальные перегородки. Барабанные, карусельные, нутч-фильтры. Центрифуги, классификация, конструкции (подвесные, горизонтальные, валковые). Гидроциклоны Способы промывки.   | 10 | 1-9 |
| Кристаллизаторы Методы кристаллизации, Кристаллизаторы изогидрической кристаллизации, Вакуум-кристаллизаторы, Кристаллизаторы изотермической кристаллизации,   | 10 | 1-9 |
| Сушильное оборудование Конвективная, контактная сушка, Барабанные сушилки, Сушилки со взвешенным слоем, Распылительные сушилки   | 10 | 1-9 |
| Элементы аппаратов и их расчет Выбор исходных данных для расчета аппаратов на прочность (допускаемое напряжение, модуль упругости, коэффициент прочности сварного шва, расчетная температура, рабочее и расчетное давление). Обечайки, крышки, днища (виды днищ), фланцы, их устройство. Штуцеры, бобышки, смотровые окна, люки, лазы, опоры | 10 | 1-9 |
| Теплообменные аппараты Назначение. Рекуператоры, регенераторы. Кожухотрубные теплообменники: теплообменник жесткой конструкции, с U-образными трубками и плавающей головкой, витые теплообменники. Основные элементы и их расчет. Змеевиковые, спиральные и блочные теплообменники   | 7  | 1-9 |
| Трубы и трубопроводная арматура Материал труб, Компенсаторы, Опоры трубопроводов, Арматура   | 10 | 1-9 |

### **Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора; практические занятия - с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

### **Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Оценочные средства для входного контроля, текущего контроля и промежуточной аттестации (аннотация)

| № п/п   | Наименование контролируемых разделов (темы) | Код и наименование индикатора достижения компетенций | Наименование оценочного средства   |
|---|---|--|--|
| <b>Входной контроль</b>                                   |   |  |  |
| 1   | Входной контроль                            | З-ПК-2, У-ПК-7                                       | Вопросы входного контроля (письменно/устно)  |
| <b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b> |   |  |  |
| 2   | Все темы                                    | З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7<br>З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2     | Домашние задание (письменно)<br>Контрольная работа (письменно)<br>Тестирование (письменно) |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                           |   |  |  |
| 3   | <i>Экзамен</i>                              | ПК-2, ПК-7   | Вопросы к экзамену (устно)   |

### **Оценочные средства для входного контроля, текущего контроля и промежуточной аттестации (аннотация)**

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме. Аннотация приведена ниже.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются защита домашних заданий (письменно и устно), контрольная работа (письменно и устно). Контрольная работа представляет собой письменное решение задач по вариантам и устную их защиту, в ходе которой студент объясняет решение.

Аннотации домашнего задания, контрольной работы приведены ниже.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используется контроль итогов (КИ), который представляет собой сумму результатов оценочных средств текущего контроля.

Для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические экзаменационные вопросы (приведены ниже).

По итогам обучения выставляется экзамен.

#### **Примерные вопросы входного контроля**

|   |   |
|---|---|
| 1 | Что такое производительность оборудования, укажите единицы измерения  |
| 2 | Рассчитать часовую производительность цеха, если его суточная производительность равна 7 т/сут кислоты.                       |
| 3 | Рассчитать часовую производительность цеха, если его годовая производительность равна 8760 т/год кислоты.                     |
| 4 | Сырье. Дать определение. Привести пример  |
| 5 | Целевой продукт. Дать определение. Привести пример  |
| 6 | Степень превращения серы равна 0,9. Что это означает?   |
| 7 | Фосфорную кислоту получают методом экстракции серной кислотой из апатита. Напишите, что является сырьем, реагентом, продуктом |

#### **Примерное домашнее задание по вариантам**

Рассчитать суточную и часовую производит реактора непрерывного действия  $G_p$  по следующим исходным данным:

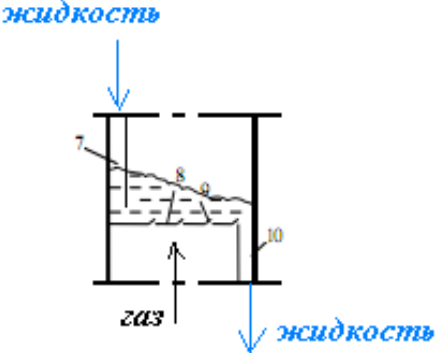
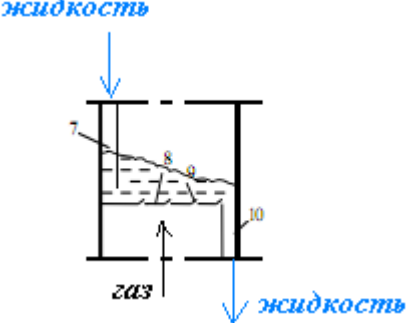
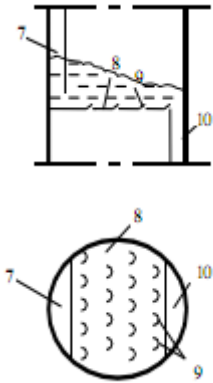
- продолжительность нахождения реакционной смеси в реакторе – 1 ч
- плотность в-ва,  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>

Дополнительные исходные данные приведены в табл.1

Таблица 1

| № варианта                         | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Объем р-ра, $V_A$ , м <sup>3</sup> | 1,2 | 1,8 | 2,2 | 2,8 | 3,2 | 3,8 | 4,2 | 4,8 | 5,2 | 5,8 |
| Степень заполнения реактора        | 0,4 |     | 0,6 |     |     | 0,8 |     | 0,5 |     |     |

### Примерный тест

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <p><b>Вопрос № 1</b></p> | <p>1. Какой аппарат изображен на рисунке:</p>         |
| <p>Ответ А</p>           | <p>Смеситель</p>   |
| <p>Ответ Б</p>           | <p>Печь</p>  |
| <p>Ответ В</p>           | <p>Колонна</p>   |
| <p>Ответ Г</p>           | <p>Контактный аппарат</p>  |
| <p><b>Вопрос № 2</b></p> | <p>Укажите направление движения фаз в аппарате:</p>  |
| <p>Ответ А</p>           | <p>Прямоточное</p>   |
| <p>Ответ Б</p>           | <p>Перекрестное</p>  |
| <p>Ответ В</p>           | <p>Противоточное</p>   |
| <p>Ответ Г</p>           | <p>Здесь нет фаз</p>   |
| <p><b>Вопрос № 3</b></p> | <p>1. Какой вид тарелок изображен на рисунке:</p>   |
| <p>Ответ А</p>           | <p>Колпачковая</p>   |
| <p>Ответ Б</p>           | <p>Ситчатая</p>  |
| <p>Ответ В</p>           | <p>Струйно-направленная</p>  |
| <p>Ответ Г</p>           | <p>Насадочная</p>  |
| <p><b>Вопрос № 4</b></p> | <p>Как называется типовое оборудование, пригодное для многих химических производств:</p>   |
| <p>А</p>                 | <p>Универсальное</p>   |
| <p>Б</p>                 | <p>Специальное</p>   |
| <p>В</p>                 | <p>Специализированное</p>  |
| <p>Г</p>                 | <p>Уникальное</p>  |
| <p><b>Вопрос № 5</b></p> | <p>К какому виду оборудования относится контактный аппарат для</p>   |



|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | <b>проведения каталитических процессов:</b>  |
| А                 | основное   |
| Б                 | Вспомогательное  |
| <b>Вопрос № 6</b> | <b>Укажите направление движения фаз в аппарате:</b>                                |
|                   |  |
| А                 | Однонаправленное   |
| Б                 | Противоточное  |
| В                 | Перекрестное   |
| Г                 | Перекрестно-противоточное  |

### Примерная контрольная работа

| № варианта | Задание   |
|------------|---|
| 1          | 1. Классификация, требования к химической аппаратуре, порядок расчета, типы расчетов.<br>2. Проточный реактор идеального смешения непрерывного действия, работающий в изотермическом режиме. Расчетные уравнения (с выводом) для данного реактора для простых обратимых и необратимых реакций |
| 2          | 1. Реакторы, их виды. Виды конструкционных материалов<br>2. Реактор идеального вытеснения, работающий в изотермическом режиме. Расчетные уравнения (с выводом) для данного реактора для простых обратимых и необратимых реакций   |

### Список теоретических экзаменационных вопросов

- 1 Классификация оборудования
- 2 Требования к технологическому оборудованию
- 3 Металлические конструкционные материалы
- 4 Неметаллические конструкционные материалы
- 5 Огнеупорные, теплоизоляционные и прокладочные материалы
- 6 Способы защиты аппаратов от коррозии
- 7 Основные типы расчетов оборудования
- 8 Реакторы. Основные структурные элементы реактора.
- 9 Классификация реакторов.
- 10 Реакторы полного перемешивания. Устройство, принцип действия. Материальный баланс
- 11 Реакторы полного вытеснения. Устройство, принцип действия. Материальный баланс
- 12 Каскады реакторов Устройство, принцип действия. Материальный баланс
- 13 Смесители. Основные показатели процесса перемешивания
- 14 Смесители. Гидродинамика процесса перемешивания
- 15 Выбор смесителей и мешалок, их типы и области применения
- 16 Колонные и башенные аппараты. Области применения, классификация
- 17 Тарельчатые колонны. Гидродинамические режим работы тарелок. Устройство, типы, схемы, назначение
- 18 Тарельчатые колонны с колпачковыми тарелками. Устройство, типы, схемы, назначение
- 19 Тарельчатые колонны с ситчатыми тарелками Устройство, типы, схемы, назначение
- 20 Тарельчатые колонны со струйно-направленными (чешуйчатыми) тарелками. Устройство, типы, схемы, назначение

- 21 Насадочные колонны. Режимы работы. Устройство, типы, схемы, назначение
- 22 Насадки. Способы расположения насадки в аппарате. Виды насадок. Требования к насадкам.
- 23 Устройства для орошения. Струйчатые и разбрызгивающие устройства. Устройство, типы, схемы, назначение
- 24 Контактные аппараты с неподвижным слоем катализатора. Режим работы. Устройство. Основные типы. Назначение
- 25 Контактные аппараты с псевдоожиженным слоем катализатора. Режим работы. Устройство. Основные типы. Назначение Достоинства, недостатки
- 26 Печи. Области применения. Классификация по тепловому эффекту процесса, по способу подвода тепла в печь. Основные типы. Назначение Достоинства, недостатки
- 27 Печи. Области применения. Классификация По виду источника тепла, По конструктивным особенностям . Основные типы. Назначение Достоинства, недостатки
- 28 Шахтные печи. Устройство, принцип действия. Основные типы. Назначение Достоинства, недостатки.
- 29 Распылительные печи. Устройство, принцип действия. Достоинства, недостатки. Назначение.
- 30 Печь с кипящим слоем. Устройство, принцип действия. Достоинства, недостатки
- 31 Барабанные вращающиеся печи. Устройство, принцип действия. Достоинства, недостатки

### Шкалы оценки образовательных достижений

Оценка в баллах за каждый вид работы представляет собой произведение заработанного студентом процента (по шкале см.ниже) на количество баллов, выделенное для данного вида работ.

#### Шкала оценки входного контроля:

**Зачтено:** Задание выполнено верно, сдано в установленные сроки

**Не зачтено:** Задание не выполнено, выполнено с ошибками, которые требуется исправить, или сдано после установленного срока

### Шкала оценки самостоятельной работы, устного опроса, экзамена (в процентах):

| Баллы<br>(итоговой<br>рейтинговой<br>оценки) | Освоение<br>компетенций | Требования к знаниям   |
|--|-------------------------|--|
| 100-85                                       | Продвинутый<br>уровень  | Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.  |
| 84-70  | Средний<br>уровень      | Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя. |
| 69-60  | Базовый<br>уровень      | Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.   |

Студент, получивший менее 60 % от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Распределение максимальных баллов по видам работ в пределах разделов:

| I раздел<br>(25 баллов)        |   | II раздел<br>(25 баллов)             | Экзамен<br>(50 баллов) |
|--------------------------------|---|--------------------------------------|------------------------|
| Устный опрос (УО)<br>17 баллов | Самостоятельная работа (СР)<br>8 баллов | Контрольная работа (КР)<br>25 баллов | 50 баллов              |
| Итого: 100 баллов              |   |                                      |                        |

Итоговая оценка выставляется путем перевода набранных баллов в соответствии со следующей таблицей:

| Оценка по 5-балльной шкале | Сумма баллов за разделы и экзамен | Оценка ECTS |
|----------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 5 – «отлично»              | 90-100                            | A           |
| 4 – «хорошо»               | 85-89                             | B           |
|                            | 75-84                             | C           |
|                            | 70-74                             | D           |
| 65-69                      |                                   |             |
| 3 – «удовлетворительно»    | 60-64                             | E           |
| 2 – «неудовлетворительно»  | Менее 60                          | F           |

### Учебно-методическое и информационное обеспечение

#### учебной дисциплины

Основная литература:

1. Жукова, О. П. Технологическое оборудование. Оборудование для теплообменных процессов : учебное пособие / О. П. Жукова, Н. А. Войнов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. — 108 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/147455/#1>

2. Смирнов, Н. Н. Альбом типовой химической аппаратуры (принципиальные схемы аппаратов) : учебное пособие / Н. Н. Смирнов, В. М. Барабаш, К. А. Карпов ; под общей редакцией Н. Н. Смирнова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 84 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/115527/#1>

Дополнительная литература:

3. Гнездилова, А. И. Конструктивный и прочностной расчет теплообменных аппаратов : учебно-методическое пособие / А. И. Гнездилова, Ю. В. Виноградова. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2019. — 85 с. — ISBN 978-5-98076-307-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138547>

4. Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции : учебное пособие для вузов / К. П. Моргунов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-6826-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152484>

5. Де, В. А. Оборудование предприятий по производству лесохимических продуктов и биологически активных веществ. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Де, В. И. Рощин. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. — 100 с. — ISBN 978-5-9239-0990-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99815>

#### Учебно-методическая литература

6. Зернышкина А.А. Методические указания к практической работе «Основы технологического расчета аппаратов непрерывного действия».- Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020.

7. Зернышкина А.А. Методические указания к практической работе «Основы технологического расчета аппаратов периодического действия».- Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020.

8. Зернышкина А.А. Методические указания к практической работе. «Основы расчета экстракторов » - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020.

9. Зернышкина А.А. Методические указания к практической работе. «Основы расчета контактных аппаратов с неподвижным слоем катализатора» - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020.

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Процесс реализации образовательной программы по дисциплине «Оборудование производств неорганических веществ» в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения;

2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины:

- <https://ence-gmbh.ru> – современный информативный сайт по производству и описанию

технологического оборудования

- <https://himapparat.com> - современный информативный сайт по производству и описанию технологического оборудования

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Для проведения лекции используется мультимедийный курс лекций, видеофильмы.

Практические занятия проводятся в компьютерных залах, оснащенных необходимым ПО.

### **Методические рекомендации для студентов**

#### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

#### **2. Указания для участия в практических занятиях**

Перед посещением практических занятий уяснить тему и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

#### **3. Указания для выполнения самостоятельной работы**

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы

### **Методические рекомендации для преподавателей**

#### **1. Указания для проведения лекций**

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного

занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практического занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практического занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил: доцент, Зернышкина А.А.

Рецензент: доцент, Зубова Н.Г.

Программа одобрена на заседании УМКН 18.03.01 «Химическая технология».

Председатель учебно-методической комиссии Чернова Н.М.