

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Интеллектуальная распределенная энергетика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОДОПОДГОТОВКИ

| | |
|--|--|
| Блок | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы | Формируемая участниками образовательных отношений |
| Индекс дисциплины по учебному плану | Б1.В.04 |
| Трудоемкость в зачетных единицах | 5 семестр - 6 |
| Часов (всего) по учебному плану | 216 |
| Лекции | 5 семестр - 16 часов |
| Практические занятия | 5 семестр - 32 часов |
| Лабораторные работы | 5 семестр - 16 часов |
| Консультации по курсовому проекту/ работе | учебным планом не предусмотрены |
| Самостоятельная работа | 5 семестр - 116 часов |
| включая: РГР | 5 семестр - 16 часов |
| Промежуточная аттестация: экзамен | 5 семестр – 2,5 часа |
| Контроль: экзамен | 5 семестр - 33,5 часа |

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

М.В. Одоевцева

(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Интеллектуальная распределенная энергетика

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучение способов очистки воды, принципов работы данных технологий и методик их расчета и ведения ВХР.

Задачи дисциплины:

- освоение технологических процессов при подготовке воды на ТЭС и АЭС;
- приобретение навыков применения конкретных решений при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке воды.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|--|---|
| ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и экологической безопасности, управлении, эксплуатации, обслуживании, доводке процессов и ремонте технологического оборудования | ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения | знать: <ul style="list-style-type: none">– основные химические понятия и законы, закономерности протекания химических явлений, классификацию и свойства химических элементов и их соединений, применяемых в теплоэнергетике;– принципиальные технологические схемы водоподготовительных установок;– основные характеристики оборудования водоподготовительных установок; уметь: <ul style="list-style-type: none">– решать основные типы задач по описанию физических явлений;– уметь обрабатывать результаты физического эксперимента;– выбирать метод и методику определения показателя качества теплоносителя;– проектировать современные технологические схемы подготовки воды в теплоэнергетике |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Химия», «Физика», «Экология» в объеме программы бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Тепловые электрические станции», «Проектирование локальных энергосистем», при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216часов.

| № п/п | Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам) | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем) | |
|----------|--|-----------------------------|---------|---|----|-----|-----|------|----|----|---------------|---|--|
| | | | | Контактная | | | | | | СР | Конт- роль | | |
| | | | | Лек | Пр | Лаб | КПР | ИККП | ПА | | | | |
| 1 | Примеси природных и контурных вод. | 19 | 5 | 1 | 4 | - | — | — | — | 14 | — | Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 34-41 Выполнение домашнего задания: [2],стр. 6-10.. | |
| 2 | Технологические показатели качества природных и контурных вод | 25 | 5 | 2 | 4 | 4 | — | — | — | 15 | — | Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 49-89 Подготовка к лабораторной работе. Выполнение домашнего задания: [[2] стр. 151-178 | |
| 3 | Технология и аппараты предварительной очистки воды | 25 | 5 | 2 | 4 | 4 | — | — | — | 15 | — | Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 104-157 Подготовка к лабораторной работе Выполнение расчетного задания: [2] стр. 185-205 | |
| 4 | Технология ионообменной очистки природных и контурных вод | 29 | 5 | 2 | 8 | 4 | — | — | — | 15 | — | Изучение теоретического и практиче- ского материала: [1] стр. 104-157 Подготовка к лабораторной работе Выполнение расчетного задания: [2] стр. 185-205 | |
| 5 | Технология обработки высокоминерализованных природных и сбросных вод | 16 | 5 | 2 | - | - | — | — | — | 14 | — | Изучение теоретического и практиче- ского материала: [1] стр. 186-191 Выполнение домашнего задания: [1] 167-181 | |
| 6 | Классификация установок мембранного разделения водных растворов | 21 | 5 | 2 | - | 4 | — | — | — | 15 | — | Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 105-117. | |

| № п/п | Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам) | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем) | |
|----------|---|-----------------------------|---------|---|----|-----|-----|------|-----|-----|---------------|---|--|
| | | | | Контактная | | | | | | СР | Конт- роль | | |
| | | | | Лек | Пр | Лаб | КПР | ИККП | ПА | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Выполнение домашнего задания: [1] стр 167-182 [2],стр.185-205 | |
| 7 | Стабилизационная обработка вод | 19 | 5 | 1 | 4 | - | — | — | — | 14 | — | Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 210-223 Выполнение домашнего задания: [1] стр. 210-223. | |
| 8 | Условия использования и изменения свойств воды и пара в тракте ТЭС | 26 | 5 | 4 | 8 | - | - | - | - | 14 | | Изучение теоретического и практиче- ского материала: [3], стр.82-158 Выполнение домашнего задания: [1]стр.3-15 | |
| | Экзамен | 36 | 5 | — | — | — | — | — | 2,5 | — | 33,5 | Экзамен проводится в устной форме по билетамсогласно программе экзамена | |
| | Итого за семестр | 216 | 5 | 16 | 32 | 16 | — | — | 2,5 | 116 | 33,5 | | |

Примечание:Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

3.2. Краткое содержание разделов

5 Семестр

1. Примеси природных и контурных вод

Использование водного теплоносителя и его потери в теплоэнергетических и промтеплоэнергетических установках различного типа. Основные источники загрязнения, влияние примесей воды на надежность работы основного оборудования. Основные требования к качеству контурных и добавочных вод парогенерирующих и охлаждающих систем с целью минимизации скоростей отложений и коррозии.

2. Технологические показатели качества природных и контурных вод

Классификация и характеристика примесей природных и контурных вод. Показатели качества воды.

3. Технология и аппараты предварительной очистки воды

Физико-химические процессы, протекающие при коагуляции и известковании воды. Изменение химического состава примесей воды при коагуляции и известковании. Осветлители и схемы установок для коагуляции. Конструкции осветлительных фильтров и условия их эксплуатации.

4. Технология ионообменной очистки природных и контурных вод

Общие сведения о ионитах и их технологические показатели. Технология ионного обмена и оборудование ионитной части водоподготовительных установок. Технологические схемы ионитных установок. Эксплуатация ионитных фильтров.

5. Технология обработки высокоминерализованных природных и сбросных вод

Общие положения. Схемы и принцип действия испарительных и выпаренных установок различных типов. Методы обеспечения чистоты пара и предотвращения накипобразования. Конструкция деаэраторов и декарбонизаторов, их выбор.

6. Классификация установок мембранного разделения водных растворов

Механизм разделения водных растворов электролитов с применением обратного осмоса. Свойства мембран и их характеристики. Схема аппаратов обратного осмоса и требования к качеству исходной воды.

7. Стабилизационная обработка вод

Баланс потоков и солей жесткости в замкнутых системах охлаждения, технология стабилизации воды подкислением, фосфатированием, комбинированными способами.

8. Условия использования и изменения свойств воды и пара в тракте ТЭС

Организация водных режимов. Отложения в цикле ТЭС. Процессы коррозии. Методы предотвращения образования отложений.

3.3. Темы практических занятий

5 Семестр

1. Оценка показателей качества воды и способов выражения их концентраций (8 часа)
2. Показатели качества воды в схемах «Известкование-коагуляция» (8 часа).
3. Расчет установки предварительной очистки воды и механических фильтров (8 часа).
4. Обработка воды методом ионного обмена (8 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

5 Семестр

1. Влияние термической обработки воды на ее технологические показатели (4 часа).
2. Обработка воды методами осаждения (4 часа).
3. Обработка воды методами ионного обмена (4 часа).
4. Обратный осмос. (4 часа).

3.5. РГР

5 Семестр

Тема РГР - Расчет технологической схемы установки подготовки воды..

3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/курсовая работа учебным планом не предусмотрены.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) 5 семестр | | | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Знать: | | | | | | | | | | |
| – основные химические понятия и законы, закономерности протекания химических явлений, классификацию и свойства химических элементов и их соединений, применяемых в теплоэнергетике; | ПК-1.2. | X | | | | | | | | Тест №1 Технологические показатели природной воды. |
| –принципиальные технологические схемы водоподготовительных установок; | ПК-1.2. | | X | | | | | | | Тест №2. Водоподготовительное оборудование, применяемое в энергетике Тест №3 Обработка воды методами осаждения. |
| –основные характеристики оборудования водоподготовительных установок; | ПК-1.2. | | | X | | | | | | Тест №4 Мембранные методы обессоливания воды. |
| Уметь: | | | | | | | | | | |
| решать основные типы задач по описанию физических явлений; | ПК-1.2. | | | | | X | | | | Отчеты лабораторных работ: Тема 1-Влияние термической обработки воды на ее технологические показатели |
| уметь обрабатывать результаты физического эксперимента; | ПК-1.2. | | | | | | X | | | Отчеты лабораторных работ: Тема 2 - Обработка воды методами осаждения. |
| выбирать метод и методику определения показателя качества теплоносителя; | ПК-1.2. | | | | | | | X | | Тема 3 - Обработка воды методами ионного обмена Тема 4 -Обратный осмос. |
| проектировать современные технологические схемы подготовки воды в теплоэнергетике | ПК-1.2. | | | | | | | | X | Защиты расчетного задания -«Расчет технологической схемы ВПУ с заданной производительностью» |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

5 семестр

– тестирование:

Тест №1 Технологические показатели природной воды.

Тест №2 Водоподготовительное оборудование, применяемое в энергетике.

Тест №3 Обработка воды методами осаждения.

Тест №4 Мембранные методы обессоливания воды.

- отчеты лабораторных работ:

Тема 1-Влияние термической обработки воды на ее технологические показатели

Тема 2 - Обработка воды методами осаждения.

Тема 3 - Обработка воды методами ионного обмена

Тема 4 -Обратный осмос.

– защиты расчетных заданий

Тема-Расчет технологической схемы ВПУ с заданной производительностью.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

5 семестр

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» в г. Волжском на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Печатные и электронные издания:

1. **Копылов, А. С.** Водоподготовка в энергетике [Электронный ресурс] : учеб. пособие/А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков.- Электрон. текстовые дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785383009680.html>
2. **Егошина Ю.А.** Изучение химико-технологических процессов и определение основных показателей качества водного теплоносителя на ТЭС: практикум / Ю.А. Егошина, Н.А. Большакова, Ю.А. Морыганова. – М.: Издательство МЭИ, 2018. -52 с. ISBN 978-5-7046-6
3. **Верховский, А. Е.** Расчет водно-химических режимов ТЭС [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Е. Верховский. - Электрон. текстовые дан. – М. : МЭИ, 2011. – URL: http://elbib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2834
4. **Копылов, А. С.** Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программные расчеты : учеб. пособие для студентов вузов / А. С. Копылов, В. Ф. Очков, Ю. В. Чудов. - М. : Издат. дом МЭИ, 2009. - 222 с.
5. **Ларин, Б. М.** Основы математического моделирования химико-технологических процессов обработки теплоносителя на ТЭС И АЭС : учеб. пособие для студентов вузов / Б. М. Ларин, Е. Н. Бушуев. - М. : Издат. дом МЭИ, 2009. - 310 с.

5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Word, Microsoft Excel, Power Point.

5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
База данных Scopus <https://www.scopus.com>
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные, практические и лабораторные занятия проводятся лаборатории Химических технологий им. 150-летия периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. В аудиторной части этой лаборатории снабжена оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Лабораторная часть оснащена :

- аквадистиллятор электрический;
- весы аналитические;
- весы технические;
- шкаф сушильный;
- кондуктометр;
- иономер лабораторный;
- мешалки магнитные;
- шкаф вытяжной;
- столы титровальные;
- тестовые установки обратного осмоса и станция химической очистки мембран;
- стенд для определения индекса SDI.

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- Вид промежуточной аттестации – экзамен.**

[illegible]

[illegible]

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Интеллектуальная распределенная энергетика.

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Оценочные материалы по дисциплине

**Б1.В.06 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОДОПОДГОТОВКИ
(ПРОФИЛЬ 2)**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

| Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|------------------|---|
| Знать: | | |
| 5 семестр | | |
| основные химические понятия и законы, закономерности протекания химических явлений, классификацию и свойства химических элементов и их соединений, применяемых в теплоэнергетике; | ПК-1.2. | Тест1 «Технологические показатели природной воды» |
| принципиальные технологические схемы водоподготовительных установок; | ПК-1.2. | Тест 2. Водоподготовительное оборудование, применяемое в энергетике Тест 3 Обработка воды методами осаждения. |
| основные характеристики оборудования водоподготовительных установок | ПК-1.2. | Тест4 «Мембранные методы обессоливания воды» |
| Уметь: | | |
| 5 семестр | | |
| решать основные типы задач по описанию физических явлений | ПК-1.2. | Отчеты лабораторных работ: Тема 1 - Влияние термической обработки воды на ее технологические показатели |
| уметь обрабатывать результаты физического эксперимента | ПК-1.2. | Отчеты лабораторных работ: Тема 2 - Обработка воды методами осаждения |
| выбирать метод и методику определения показателя качества теплоносителя | ПК-1.2. | Тема 3 - Обработка воды методами ионного обмена Тема 4 -Обратный осмос |
| проектировать современные технологические схемы подготовки воды в теплоэнергетике | ПК-1.2. | Защиты расчетного задания – «Расчет технологической схемы ВПУ с заданной производительностью» |

Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

Тест «Технологические показатели природной воды»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта :

1. Какие примеси загрязняют поверхностные воды?

- растворенные, коллоидно-растворенные и грубодисперсные примеси
- газы; катионы и анионы солей; растительные остатки; частицы песка и глины
- коллоидно-растворенные; примеси органического и минерального происхождения
- катионы и анионы солей; примеси органического и минерального происхождения

2. Назовите основные показатели, применяемые для оценки качества природных вод?
- а) взвешенные вещества; минеральный остаток; окисляемость; общая жесткость; общая щелочность; рН
 - б) взвешенные вещества; сухой остаток; прокаленный остаток; карбонатная жесткость; электропроводность
 - в) окисляемость; некарбонатная жесткость; титратная щелочность, минеральный остаток
 - г) окисляемость; общая жесткость; общая щелочность; рН
3. Какие факторы влияют на качество процесса коагуляции?
- а) наличие бикарбонатов в исходной воде, значение рН среды
 - б) содержание взвешенных веществ, наличие ионов меди
 - в) кремнесодержание, жесткость воды, содержание хлоридов
 - г) содержание хлоридов, значение рН среды.
4. С какой целью проводится известкование?
- а) для снижения общей щелочности, декарбонизации воды, частичного умягчения воды, снижения солесодержания воды
 - б) для снижения солесодержания воды
 - в) для декарбонизации воды и удаления ионов HSiO_3
 - г) для удаления ионов Fe, ионов меди
5. Для чего применяются осветлительные (механические) фильтры?
- а) для удаления коллоидных примесей и взвешенных веществ;
 - б) для удаления ионов железа; кальция; магния; свинца;
 - в) для удаления углекислого газа;
 - г) для удаления ионов жесткости.
6. Для чего применяются ионообменные технологии?
- а) для регулирования ионного состава воды.
 - б) для осветления воды.
 - в) для декарбонизации воды.
 - г) для обескислороживания воды.

Тест Водоподготовительное оборудование, применяемое в энергетике

1. Каково назначение Na-катионирования?
- а) для приготовления частично-обессоленной воды
 - б) для приготовления обессоленной воды
 - в) для приготовления подпиточной воды для теплосети и в схеме очистки возврата
 - г) предложите свой вариант ответа
2. Какие реагенты применяются при известковании и коагуляции воды?
- а) кальцинированная сода Na_2CO_3
 - б) соединения магния и железа
 - в) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и соль железа- FeSO_4
 - г) нет правильного ответа
3. Каким образом осуществляется восстановление рабочих функций катионита и анионита?
- а) отмывкой фильтрующего слоя
 - б) взрыхлением фильтрующего слоя
 - в) регенерацией
 - г) отмывкой, взрыхлением и регенерацией фильтрующего слоя
4. Укажите основные периоды в работе H-катионитного фильтра

- а) поглощение всех катионов; появление нарастающей концентрации ионов Na^+ с дальнейшим вытеснением катионов жесткости
- б) появление нарастающей концентрации ионов Mg^{2+} с дальнейшим вытеснением катионов H^+
- в) появление нарастающей концентрации ионов Ca^{2+} с дальнейшим вытеснением катионов Na^+
- г) появление нарастающей концентрации ионов Fe^{2+} с дальнейшим вытеснением катионов Cl^-

5. С какой целью проводится известкование?

- а) для снижения общей щелочности, декарбонизации воды, частичного умягчения воды, снижения солесодержания воды
- б) для декарбонизации воды и удаления ионов HSiO_3
- в) для снижения солесодержания воды, удаления ионов Fe ,
- г) для снижения концентрации ионов меди

6. Каковы критерии отключения Н фильтров I ступени на регенерацию?

- а) снижение кислотности фильтрата
- б) снижение жесткости фильтрата
- в) повышение кислотности фильтрата
- г) повышение щелочности фильтрата

Тест «Обработка воды методами осаждения»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта

1. Укажите необходимые условия работы осветлителей типа ВТИ?

- а) высокое солесодержание воды; содержание углекислого газа в воде
- б) подогрев исходной воды; постоянство дозы реагента; постоянный расход воды
- в) высокая щелочность воды; постоянство качества исходной воды; от применения флокулянтов
- г) постоянство качества исходной воды

2. Какие фильтрующие материалы используются в механических фильтрах?

- а) ионообменные смолы; вискоза
- б) сульфуголь
- в) активированный уголь
- г) кварцевый песок; дробленый антрацит

3. Какие основные процессы ионного обмена реализуются в водоподготовке?

- а) катионирование и анионирование воды
- б) осветление воды
- в) декарбонизация воды
- г) удаление ионов металлов.

4. Каким раствором регенерируется Na-катионитовый фильтр?

- а) 6-10%-ным раствором NaCl
- б) 2-4%-ным раствором NaOH
- в) 1-5%-ным раствором H_2SO_4 .
- г) 1-2%-ным раствором HCl

5. Какие мембранные процессы используются в энергетике:
- а) дегазаторы, электролизеры;
 - б) ионирование воды, обратный осмос;
 - в) электродеионизация, ультрафильтрация, коагуляция, известкование.
 - г) ультрафильтрация, обратный осмос, микрофильтрация, нанофильтрация, электродеионизация, мембранная дигазация;
6. Какая существует классификация установок мембранного разделения растворов:
- а) по типу существующего процесса, по назначению, по режиму работы, по кратности циркуляции, по числу ступеней, по организации потоков;
 - б) по назначению, по рабочему давлению, по числу ступеней;
 - в) по типу мембран, по количеству мембран, по рабочему давлению;
 - г) по производительности, по количеству разделения потока.

Тест «Мембранные методы обессоливания воды»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта

1. В чем достоинства мембранных процессов:
 - а) Малосточные технологии, малореагентные, характеризующиеся стабильным качеством фильтрата.
 - б) Экологические чистые
 - в) Компактные
 - г) характеризующиеся стабильным качеством фильтрата
2. Какие ограничения имеет место быть для мембранных процессов:
 - а) невозможность обрабатывать растворы при температуре выше 40°C, не допускается превышение фактического давления выше рабочего, не допускается превышение солесодержание разделяемого раствора выше 2г/л
 - б) невозможность обрабатывать растворы при температуре выше 80°C, не допускается превышение фактического давления выше рабочего, не допускается превышение солесодержание разделяемого раствора выше 1г/л
 - в) невозможность обрабатывать растворы при температуре выше 10°C, не допускается превышение фактического давления выше рабочего, не допускается превышение солесодержание разделяемого раствора выше 1г/л
 - г) невозможность обрабатывать растворы при температуре выше 110°C, не допускается превышение фактического давления выше рабочего, не допускается превышение солесодержание разделяемого раствора выше 0,5г/л
3. Какие мембранные процессы используются в энергетике:
 - а) ультрафильтрация, обратный осмос, микрофильтрация, нанофильтрация, электродеионизация, мембранная дигазация
 - б) дегазаторы, электролизеры
 - в) ионирование воды, обратный осмос
 - г) электродеионизация, ультрафильтрация, коагуляция, известкование
4. Композитные мембраны это:
 - а) мембраны состоящая из трех слоев: верхний полимерный слой 1 мкм, второй микропористый, третий макропористый.
 - б) полимерный слой 1 мкм
 - в) пористый слой с порами 2нм
 - г) мембраны состоящая из трех слоев: верхний микропористый, второй полимерный слой 1 мкм, третий макропористый.
5. Внешний вид мембран:
 - а) плоские, трубчатые, капиллярные

- б) трубчатые
 - в) капиллярные, трубчатые
 - г) плоские
6. Какая существует классификация установок мембранного разделения растворов:
- а) по типу существующего процесса, по назначению, по режиму работы, по кратности циркуляции, по числу ступеней, по организации потоков
 - б) по назначению, по рабочему давлению, по числу ступеней
 - в) по типу мембран, по количеству мембран, по рабочему давлению
 - г) по производительности, по количеству разделения потока

По результатам тестов:

По результатам тестирования выставляется:

- 4 балла, если правильно отвечено на 4 вопроса (минимум баллов);
- 6 баллов, если правильно отвечено на 6 вопросов (максимум баллов);

Защита лабораторной работы

« Влияние термической обработки воды на ее технологические показатели»

Примеры вопросов для защиты

1. Сформулируйте цель лабораторной работы № 1.
2. По каким признакам классифицируются природные воды?
3. Какие технологические показатели качества воды Вы знаете?
4. Пояснить, почему уменьшается рН в процессе очистки: природная → дистиллированная.
5. Как определяется некарбонатная жесткость воды?
6. Как изменяется щелочность при кипячении?
7. Пояснить, как и почему изменяется общая жесткость при кипячении.
8. Что такое щелочность по фенолфталеину и метилоранжу?
9. Для каких целей добавляется щавелевая кислота при определении окисляемости воды?
10. Что такое постоянная жесткость воды?
11. В чем суть уголекислотного равновесия?
12. Чем обусловлена электропроводность воды?
13. Пояснить, изменение значений кальциевой жесткости в ходе термической обработки воды.
14. Из чего складывается общая щелочность воды?
15. Расскажите принцип очистки воды в испарителях.
16. Чем обусловлена окисляемость воды? Пояснить значение в ряду:
природная → кипяченая → дистиллированная.
17. В чем суть процесса дистилляции? Сколько фазовых переходов в этом процессе?
18. Из чего складывается общая жесткость воды?
19. Методика определения окисляемости. На каких процессах основан метод перманганатометрии?

20. Может ли карбонатная жесткость быть больше общей?

Защита лабораторной работы

«Обработка воды методами осаждения»

Примеры вопросов для защиты

1. Сформулируйте цель лабораторной работы № 2.
2. Какие методы обработки воды используются в данной лабораторной работе?
3. Для каких целей применяется коагуляция?
4. Как изменится общая щелочность при известковании?
5. Что такое стабильность воды?
6. Суть процесса коагуляции. Причины разрушения коллоидных частиц.
7. Почему при коагуляции солями алюминия увеличение $pH > 7,5$ вызывает остановку процесса?
8. От чего зависит доза извести? Как рассчитывалась в работе?
9. Строение коллоидной частицы. Что такое ξ -потенциал?
10. Когда вода называется стабильной? Условие стабильности.
11. Какие показатели воды изменяются в процессе коагуляции?
12. Механизм действия коагулянта. Пояснить уравнение реакций.
13. Что такое коллоидные частицы? Причины устойчивости.
14. Механизм снижения жесткости в процессе известкования.
15. Как изменится pH воды после известкования?
16. Что такое индекс стабильности воды? От чего он зависит?
17. Как изменяется ξ -потенциал при добавлении коагулянтов?
18. От чего зависит знак индекса стабильности воды?
19. Какие факторы влияют на процесс коагуляции?
20. Что такое флокулянты? И какую роль они играют в процессе коагуляции?

Защита лабораторной работы

«Обработка воды методами ионного обмена»

Примеры вопросов для защиты

1. Сформулируйте цель лабораторной работы № 3.
2. Опишите экспериментальную установку.
3. Что такое «полная» и «рабочая» обменная емкость ионита?
4. Классификация ионитов: по структуре, назначению, происхождению и т.д.
5. Причины изменения щелочности при ОН – анионировании.
6. Механизм Na – катионирования (реакции). Что такое «проскок жесткости»?

7. Влияние органических примесей на процесс анионирования.
8. Объяснить значение рН после Н - и ОН – фильтров.
9. В чем заключается процесс регенерации ионита?
10. Структура ионитов. Функциональные группы катионитов и анионитов.
11. Объяснить значение карбонатной жесткости после Н – и ОН – ионитных фильтров.
12. Механизм снижения щелочности при Н – катионировании.
13. Что такое кислотность воды? Как определяется? Как изменяется в ходе Н– и ОН – ионирования?
14. Какие свойства ионитов делают возможным процесс ионного обмена?
15. Объяснить значение гидратной щелочности после Н – и ОН – фильтров.
16. Как изменяется карбонатная жесткость после Н - и ОН – фильтров?
17. Выходная кривая ионитного фильтра. На какие зоны можно разделить? Чем обусловлена сглаженность линии (отсутствие резких переходов)?
18. Что такое свободная углекислота? Методика ее определения. Как изменяется ее содержание в воде после Н – и ОН – фильтров и почему?
19. Как происходит регенерация Н – катионитного фильтра? Какая концентрация должна быть у регенерирующего раствора и почему?
20. Что такое осмотическая стабильности ионитов?

Защита лабораторной работы

«Обратный осмос»

Примеры вопросов для защиты

1. Сформулируйте цель лабораторной работы № 4.
2. Опишите экспериментальную установку.
3. Суть процесса ультрафильтрации. Какие примеси могут быть удалены методом ультрафильтрации?
4. Движущая сила в процессах ультрафильтрации и обратного осмоса?
5. В чем принципиальная разница ультрафильтрации и обратного осмоса?
6. Что такое осмос? Суть процесса обратного осмоса.
7. Какие примеси могут быть удалены путем обратноосмотической фильтрации?
8. В чем сложность использования мембранных установок?
9. Какие параметры влияют на скорость и эффективность процесса ультрафильтрации?
10. Какие виды мембранных элементов вы знаете? Какие материалы применяются для изготовления мембран?
11. Какие типы мембран применяют для обратноосмотической и ультрафильтрации?

12. Границы применения методов мембранного разделения (давление, концентрации взвешенных и растворенных веществ и другие факторы)
13. Как изменяется рН пермеата по отношению к рН исходного раствора в ходе обратноосмотической фильтрации?
14. Какими достоинствами обладают мембранные технологии по сравнению с другими методами очистки воды?
15. Какими недостатками обладают мембранные технологии по сравнению с другими методами очистки воды?
16. Как изменяются показатели качества обрабатываемой воды в ходе обратноосмотической фильтрации?
17. Что такое проницаемость и селективность мембраны?

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

- 6 баллов, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов;
- 4 балла, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы, либо при ответе часто допускались ошибки.

Расчетная работа «Расчет технологической схемы ВПУ с заданной производительностью»

Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания.

I. Выполнить:

1. Произвести расчет предочистки воды;
2. Произвести расчет схемы обессоливания воды;

II. Исходные данные для задания:

Химический состав водоемов

III. Технология выполнения задания:

Определить:

Дозу извести и коагулянта.

Определить количество реагентов,

Определить количество и параметры водоподготовительного оборудования.

Минимальный объем работы: 10 страниц

По результатам расчетной работы выставляется:

8 баллов, умение применять основные положения водоподготовки (минимум баллов);

12 баллов, умение применять основные положения водоподготовки с формированием нового технологического решения (максимум баллов) ;

Б) Для промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация

Экзамен

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Загрязнение водного теплоносителя в трактах ТЭС.
2. Работа и регенерация фильтров смешанного действия.
3. Классификация и характеристика примесей природных вод.

4. Физико-химические основы очистки воды от растворенных газов.
5. Какие загрязнения формируются на теплопередающей поверхности оборотной системы?

Примеры практических заданий:

1. Определите показатели качества воды после проведения коагуляции сульфатом алюминия с дозой $D_k = 0,5$ мг-экв/дм³

Показатели качества исходной воды : $J_o = 2.84$ мг-экв/дм³
 $J_{нк} = 1.04$ мг-экв/дм³; $J_{Ca^{2+}} = 1.89$ мг-экв/дм³; $J_{Mg^{2+}} = 0.95$ мг-экв/дм³
 $\Sigma_o = 1.8$ мг-экв/дм³; $C_{Na^+} = 0.76$ мг-экв/дм³; $C_{SO_4^{2-}} = 0.93$ мг-экв/дм³;
 $C_{Cl^-} = 0.81$ мг-экв/дм³.

2. Рассчитайте технологические показатели известково-коагулированной воды.

Показатели качества исходной воды : $J_o = 2.84$ мг-экв/дм³
 $J_{нк} = 1.04$ мг-экв/дм³ ; $J_{Ca^{2+}} = 1.89$ мг-экв/дм³ ; $J_{Mg^{2+}} = 0.95$ мг-экв/дм³
 $\Sigma_o = 1.8$ мг-экв/дм³ ; $C_{Na^+} = 0.76$ мг-экв/дм³ ; $C_{SO_4^{2-}} = 0.93$ мг-экв/дм³ ;
 $C_{Cl^-} = 0.81$ мг-экв/дм³ .

3. Определите общее число регенераций в сутки для Н 1 трех фильтров (площадь фильтра- 3.14 м², скорость фильтрования- 15.0 м/ч, количество воды, подлежащее получению с установки- 100 м³/ч) Показатели качества известково- коагулированной воды : $J_o = 2.04$ мг-экв/дм³ $J_{нк} = 1.44$ мг-экв/дм³ ; $J_{Ca^{2+}} = 1.09$ мг-экв/дм³; $J_{Mg^{2+}} = 0.95$ мг-экв/дм³; $\Sigma_o = 0.95$ мг-экв/дм³; $C_{Na^+} = 0.76$ мг-экв/дм³

4. Определите концентрации ионов Mg^{2+} , HCO_3^- в воде следующего состава
 $J_o = 2.04$ мг-экв/дм³ $J_{нк} = 1.44$ мг-экв/дм³; $J_{Ca^{2+}} = 1.09$ мг-экв/дм³; $\Sigma_o = 0.95$ мг-экв/дм³ ; $C_{Na^+} = 0.76$ мг-экв/дм³

Время подготовки ответа – 60 минут.

Пример шкалы оценивания КМ

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;

- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;

- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;

- 0 баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка -Количество баллов

оценка 5 («отлично») -90 – 100 баллов

оценка 4 («хорошо»)- 76 – 89 баллов

оценка 3 («удовлетворительно») -60 – 75 баллов

оценка 2 («неудовлетворительно»)- 0 – 59 баллов