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

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Физико-химические основы подготовки рабочих тел и теплоносителей в теплоэнергетике и теплотехнологиях»

**Направления подготовки**
«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

**Основная профессиональная образовательная программа**
«Промышленная теплоэнергетика»

**Квалификация выпускника**
Бакалавр

**Форма обучения**
Заочная

Балаково

**Цель освоения дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: обучить студентов знаниям о методах управления качеством теплоносителя в процессе эксплуатации теплоэнергетических установок и систем теплоснабжения, о конструкции установок водоподготовки и их применении; научить методикам расчета водоподготовительных установок и реагентного хозяйства

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

- 24.083 Специалист-теплоэнергетик атомной станции;
- 24.009 Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными электростанциями.

**Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Для освоения дисциплины «Физико-химические основы подготовки рабочих тел и теплоносителей» необходимы знание, умение и владение материалом по предшествующим дисциплинам в соответствии с требованиями освоения следующих компетенций: математика; информационные технологии; физика.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- A/01.6 Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара (ПС 24.083);
- A/02.6 Анализ технического состояния тепломеханического оборудования, технологических систем и трубопроводов (ПС 24.083);
- A/02.6 Организация работ по направлению деятельности проекта (ПС 24.009).

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

универсальные

| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|---|
| УК-1 | УК-1Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа<br>У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников<br>В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач |

профессиональные

| Задача ПД | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|---|---|---|---|
| Сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования | Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диа- | ПК-1 способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией | З-ПК-1 Знать: документы и стандарты организации в области проектной деятельности; принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубопроводов и технологических систем турбинного отделения У-ПК-1 Уметь: работать с информационным пространством на сервере (веб-сервере) организации для хранения, обмена и совместного исполь- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | гностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике | | зования информации по проекту<br>В-ПК-1 Владеть: методиками составления документации с описанием объема работ по направлению проекта; методами контроля ключевых показателей эффективности и качества по направлению проекта |
| Проведение теплотехнических расчетов оборудования согласно типовым методикам | Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике | ПК-5 Способен проводить теплотехнические, гидравлические, прочностные расчеты по типовым методикам | З-ПК-5 Знать: требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и методических документов для проведения типовых расчетов<br>У-ПК-5 Уметь: выполнять расчеты по типовым методикам<br>В-ПК-5 Владеть: информационно-коммуникационными технологиями, в том числе специализированным программным обеспечением для проведения расчетов |

**Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

| **Направление/цели** | **Создание условий, обеспечивающих** | **Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин** | **Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность** |
|---|---|---|---|
| **Профессиональное и трудовое воспитание** | - формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду **(В14)** | Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:<br>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач.<br>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публич- | 1.Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли.<br>2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства.<br>3.Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;<br>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. | |
| **Профессиональное и трудовое воспитание** | - формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии **(В15)** | Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для:<br>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума. | 1.Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли.<br>2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства.<br>3.Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов |

**Структура и содержание учебной дисциплины**

Дисциплина преподается студентам в 4-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 ак. часа.

**Календарный план**

| **№ Раздела** | **№ Темы** | **Наименование раздела (темы) дисциплины** | **Виды учебной деятельности (в часах)** | | | | | **Аттестация раздела (форма)** | **Максимальный балл за раздел** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Всего** | **Лекции** | **Лабораторные** | **Практические** | **СРС** | | |
| 1 | 1 | Применение воды в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Свойства воды как теплоносителя. | 70/1 | 1 | 1/1 | 2 | 64/2 | | |
| | 2 | Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов. | 72/2 | 1 | 1/1 | 2/1 | 66/2 | КЛ | 25 |
| 2 | 3 | Методы очистки котловой воды. | 70/1 | 2 | 2/1 | 2 | 64/2 | | |
| | 4 | Расчёт оборудования водоподготовки. | 71/2 | 2 | 2/1 | 2/1 | 65/3 | КЛ | 25 |
| **Вид промежуточной аттестации** | | | **288/6** | **6** | **6/4** | **8/2** | **259/9** | **Экзамен** | **50** |

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|---|---|
| КЛ | Коллоквиум |
| Э | Экзамен |

**Содержание лекционного курса**

| Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции | Всего часов | Учебно-методическое обеспечение |
|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** |
| *Лекция 1:* Применение воды в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Свойства воды как теплоносителя. Физико-химический состав природных вод. Примеси исходной воды и их классификация. Физико-химические показатели качества воды. Технологические показатели качества воды. Биологические показатели качества воды. | 1 | [1-12] |
| *Лекция2:* Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов. Требования к устройству и эксплуатации теплогенераторов и теплоиспользующих аппаратов в связи с водно-химическим режимом. | 1 | [1-12] |
| *Лекция 3:* Методы очистки котловой воды. Предочистка воды фильтрованием. Осветление воды. Умягчение воды. Дегазация воды. Обессоливание воды. Установки для стабильности воды. Магнитная обработка воды. Обработка охлаждающей воды для предотвращения карбонатных и сульфатных отложений. | 2 | [1-12] |
| *Лекция 4:* Расчёт оборудования водоподготовки: дегазаторов, установок по обезжелезиванию, для удаления из воды свободной углекислоты, свободного сероводорода, декарбонизатора. | 2 | [1-12] |

**Перечень практических занятий**

| Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии | Всего часов | Учебно-методическое обеспечение |
|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** |
| Физико-химические показатели качества воды. Технологические показатели качества воды. Биологические показатели качества воды. | 2 | [1-16] |
| Расчёт дегазаторов. | 2 | [1-16] |
| Расчёт установок для удаления из воды свободной углекислоты, свободного сероводорода, декарбонизатора. | 2 | [1-16] |
| Физико-химические показатели качества воды. Технологические показатели качества воды. Биологические показатели качества воды. | 2 | [1-16] |

**Перечень лабораторных работ**

| Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии | Всего часов | Учебно-методическое обеспечение |
|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** |
| Технология водоподготовки | 1 | [1-16] |
| Дегазация воды нагреванием | 1 | [1-16] |
| Дегазация воды вакуумированием | 2 | [1-16] |
| Обезжелезивание воды | 2 | [1-16] |

**Задания для самостоятельной работы студентов**

| Вопросы для самостоятельного изучения (задания) | Всего часов | Учебно-методическое обеспечение |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Свойства воды как теплоносителя. Физико-химический состав природных вод. | 64 | [1-16] |
| Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов. | 66 | [1-16] |
| Предочистка воды фильтрованием. Осветление воды. Умягчение воды. Дегазация воды. Обессоливание воды. | 64 | [1-16] |
| Расчёт оборудования водоподготовки | 65 | [1-16] |

**Контрольная работа**

Контрольная работа содержит четыре задачи.

Номер варианта исходных данных выбирается из таблиц к каждой задаче в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки.

**Задача 1**

Жесткость питательной воды котла составляет G мкгэкв/л. Какую концентрацию $CaCO_3$ г/л необходимо создать в этой воде, чтобы при приведенной величине жесткости воды выпал осадок, если считать что жесткость является кальциевой и температура воды равна $t^0C$

| Последняя цифра шифра | G | t |
|---|---|---|
| 0 | 6 | 15 |
| 1 | 8 | 20 |
| 2 | 10 | 25 |
| 3 | 7 | 15 |
| 4 | 9 | 20 |
| 5 | 11 | 25 |
| 6 | 10 | 15 |
| 7 | 12 | 20 |
| 8 | 14 | 25 |
| 9 | 14 | 15 |

**Задача 2**

Жесткость питательной воды промышленной котельной составляет G мкгэкв/л.. Определить количество $G_{нш}$ (кг)вносимых в котел накипе- и шламообразователей (в пересчете на $CaCO_3$ за Т (час) работы, если производительность котла по питательной воде составляет $G_{пв}$ т/ч

| Последняя цифра шифра | G мкгэкв/л. | Т, час | $G_{пв}$, т/ч |
|---|---|---|---|
| 0 | 0,2 | 1000 | 1 |
| 1 | 0,4 | 1500 | 2 |
| 2 | 0,6 | 2000 | 3 |
| 3 | 0,8 | 2500 | 4 |
| 4 | 0,2 | 3000 | 5 |
| 5 | 0,4 | 1000 | 5 |
| 6 | 0,6 | 1500 | 4 |
| 7 | 0,8 | 2000 | 3 |
| 8 | 0,2 | 2500 | 2 |
| 9 | 0,4 | 3000 | 1 |

**Задача 3**

Определить расход пара на подогрев питательной воды при ее термической деаэрации, если расход питательной воды G т/ч, конечная температура питательной воды в деаэраторе $t^0C$ , начальная воды на входе деаэратора $20^0C$.

| Последняя цифра шифра | G т/ч | $t^0C$ |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 102 |
| 1 | 1,5 | 103 |
| 2 | 2 | 104 |
| 3 | 2,5 | 102 |
| 4 | 3 | 103 |
| 5 | 3,5 | 104 |
| 6 | 1,5 | 102 |
| 7 | 2,5 | 103 |
| 8 | 3 | 104 |
| 9 | 2 | 102 |

**Задача 4**

Определить расход удаляемого воздуха из воды в кг/ч, при условии, что содержание воздуха в воде максимально, температура воды $t^0C$, расход воды через деаэратор G т/ч

| Последняя цифра шифра | G т/ч | $t^0C$ |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 10 |
| 1 | 2 | 15 |
| 2 | 3 | 20 |
| 3 | 4 | 25 |
| 4 | 5 | 10 |
| 5 | 6 | 15 |
| 6 | 7 | 20 |
| 7 | 8 | 25 |
| 8 | 9 | 10 |
| 9 | 10 | 15 |

Контрольная работа выполняется в ученической тетради или на одной стороне листа формата А4 рукописным способом. Допускается набирать на компьютере и распечатывать на принтере на одной стороне стандартного листа формата А4. Шрифт: Times New Roman, высота 14; интервал – полуторный, выравнивание текста - по ширине.

**Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом**

**Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

**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.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций в аудитории 318 с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Лабораторные работы проводятся на лабораторных установках. 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:

| № п/п | Наименование контролируемых разделов (темы) | Код и наименование индикатора достижения компетенций | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|---|
| Входной контроль | | | |
| 1 | Входной контроль | | Вопросы входного контроля |
| Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости | | | |
| 2 | Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов. | ПК-1, ПК-5, УК-1 | Коллоквиум |
| 3 | Расчёт оборудования водоподготовки. | ПК-1, ПК-5, УК-1 | Коллоквиум |
| Промежуточная аттестация | | | |
| 4 | Экзамен | ПК-1, ПК-5, УК-1 | Вопросы к экзамену |

**Вопросы входного контроля.**

1.Что называется водой и ее агрегатные состояния?
2. Что такое давление насыщения воды?
3. Как зависит плотность воды от температуры?
4. Что такое кипение воды..
5. Какие примеси может содержать природная вода?
6. Что такое соли временной жесткости?
7. Как зависит растворимость солей от температуры?
8. Что такое теплота парообразования воды и как она зависит от давления?
9. Какие способы очистки воды вам известны?
10. Что такое концентрация вещества в растворе?

**Вопросы к промежуточному тестированию**
**Коллоквиум №1**

1. Применение воды в теплоэнергетике и теплотехнологиях.
2. Свойства воды как теплоносителя.
3. Физико-химический состав природных вод.
4. Примеси исходной воды и их классификация.
5. Физико-химические показатели качества воды.
6. Технологические показатели качества воды.
7. Биологические показатели качества воды.
8. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.
9. Требования к устройству и эксплуатации теплогенераторов и теплоиспользующих аппаратов в связи с водно-химическим режимом.

**Вопросы к промежуточному тестированию**
**Коллоквиум №2**

1. Методы очистки котловой воды.
2. Предочистка воды фильтрованием.
3. Осветление воды.
4. Умягчение воды.
5. Дегазация воды.
6. Обессоливание воды.
7. Установки для стабильности воды.
8. Магнитная обработка воды.

9. Обработка охлаждающей воды для предотвращения карбонатных и сульфатных отложений.

**Вопросы к экзамену**

1. Применение воды в теплоэнергетике и теплотехнологиях.
2. Свойства воды как теплоносителя.
3. Физико-химический состав природных вод.
4. Примеси исходной воды и их классификация.
5. Физико-химические показатели качества воды.
6. Технологические показатели качества воды.
7. Биологические показатели качества воды.
8. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.
9. Требования к устройству и эксплуатации теплогенераторов и теплоиспользующих аппаратов в связи с водно-химическим режимом.
10. Методы очистки котловой воды.
11. Предочистка воды фильтрованием.
12. Осветление воды.
13. Умягчение воды.
14. Дегазация воды.
15. Обессоливание воды.
16. Установки для стабильности воды.
17. Магнитная обработка воды.
18. Обработка охлаждающей воды для предотвращения карбонатных и сульфатных отложений.

**Шкалы оценки образовательных достижений**

экзамен

| **Баллы** (рейтинговой оценки) | **Оценка экзамена** (баллы за ответы на экзамене) | **Требования к знаниям** |
|---|---|---|
| 90-100 | *«отлично»* | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.<br>Записывает расчетные формулы, объясняет их значение, перечисляет основные законы, записывает математические выражения основных законов. |
| 70-89 | *«хорошо»* | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. |
| 60-69 | *«удовлетворительно»* | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. |
| 0-59 | *«неудовлетворительно»* | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями вы- |

| | | |
|---|---|---|
| | | полняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

**Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

Основная литература:


1. Шаров, Ю. И. Термодинамика и теплопередача : учебник / Ю. И. Шаров. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 311 с. — ISBN 978-5-7782-4024-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152148
2. Овчинников, Ю. В. Основы теплотехники : учебник / Ю. В. Овчинников, С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 554 с. — ISBN 978-5-7782-3453-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118139
3. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие / составитель Л. П. Артамонова. — 3-е изд., доп. — Ижевск : Ижевская ГСХА, 2019. — 156 с. https://e.lanbook.com/book/158594
4. Физико-химические основы процессов очистки воды : учебное пособие / А. Ф. Никифоров, А. С. Кутергин, И. Н. Липунов, И. Г. Первова. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 164 с. — ISBN 978-5-7996-1618-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/98427
5. Логинов, В. С. Практикум по основам теплотехники : учебное пособие / В. С. Логинов, В. Е. Юхнов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-3377-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/112679
6. Очков, В. Ф. Физико-математические этюды с Mathcad и Интернет : учебное пособие / В. Ф. Очков, Е. П. Богомолова, Д. А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-2127-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169115
7. Титова, Л. М. Теоретические основы энергосберегающих технологий : учебное пособие для вузов / Л. М. Титова, А. Х. Нугманов, И. Ю. Алексанян. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-6554-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159501


Дополнительная литература:


8. Овчинников, Ю. В. Основы теплотехники : учебник / Ю. В. Овчинников, С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 554 с. https://e.lanbook.com/book/118139
9. Нечаев, Е. П. Лабораторный практикум по технической термодинамике и теплопередаче : учебное пособие / Е. П. Нечаев, А. И. Петров. — Мурманск : МГТУ, 2016. — 144 с. — ISBN 978-5-86185-922-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142623
10. Бушуев, Е. Н. Основы математического моделирования химико-технологических процессов водообработки на ТЭС : учебное пособие / Е. Н. Бушуев. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 168 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/154549
11. Любимова, Л. Л. Технология подготовки воды для контуров котлов, парогенераторов, реакторов и систем их обеспечения : учебное пособие / Л. Л. Любимова, А. С. Заворин, А. А. Макеев. — Томск : ТПУ, 2009. — 293 с. — ISBN 5-98298-444-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/45149
12. Шарапов, В. И. Низкотемпературная деаэрация воды в теплоэнергетических установках : монография / В. И. Шарапов, О. В. Пазушкина, Е. В. Мингараева. — Ульяновск : УлГТУ, 2020. — 202 с. — ISBN 978-5-9795-2069-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170652
13. Синицына И.Н., Таганова В.А., Зубова Н.Г. Технология водоподготовки. Мет. указ. к вып. лаб.раб. БИТТиУ, 2012, 16 с.
14. Устинов Н.А. Дегазация воды нагреванием. Мет. указ. к вып. лаб.раб. БИТТиУ, 2019, 16 с.

15. Устинов Н.А. Дегазация воды вакуумированием. Мет. указ. к вып. лаб.раб. БИТТиУ, 2019, 16с.
16. Устинов Н.А. Обезжелезивание воды. Мет. указ. к вып. лаб.раб. БИТТиУ, 2019, 16 с.

**Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием (ауд.411).

Оборудование:

Автоматизированное рабочее место преподавателя:

Компьютер ORION 215 – 1;

процессор-AMD Athlon(tm)IIx2215, 2,70 GHz; оперативная память – 4,00 Gb.

Проектор Casio XJ-V2 – 1; Микрофон Aceline AMIC-1 настольный-1; Экран настенный с электроприводом -1;

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

Лабораторные и практические занятия проводятся в лаборатории «Теплотехника и термодинамика» (ауд.318).

Оборудование:

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов;

Комплект документации, методическое обеспечение;

Лабораторный стенд ТОТ-ТПБ для испытания различных конструкций теплообменников;

Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ:

1.Определение теплоемкости воздуха;

2.Определение критического диаметра тепловой изоляции;

3.Определение критического перепада давления и критической скорости;

4.Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов.

Лабораторный стенд «Технология очистки и обезвреживания промышленных выбросов».

Реализация компетентностного подхода в процессе изучения дисциплины предполагает организацию интерактивных занятий. Интерактивные занятия проводятся в виде лабораторных занятий, во время которых обучающиеся в непосредственном контакте с преподавателем осваивают практические навыки проведения экспериментальных исследований.

**Учебно-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 уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

Получить у преподавателя задание на выполнение практического задания, как правило это решение задачи по пройденному лекционному материалу. Решение задачи оформить письменно или выполнить с использованием компьютера и при необходимости распечатать и сдать преподавателю на проверку.

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Получить задание у преподавателя на выполнение лабораторной работы. Изучить методическое указание по ее выполнению. Выполнить предусмотренные измерения и оформить отчет в письменном виде в соответствии с требованиями методических указаний. Отчет сдать на проверку преподавателю и отчитаться устно, отвечая на вопросы преподавателя.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. 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

1. 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.

2. 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. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. 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.

3. 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.

4. 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 к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

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

2. Указания для проведения практических занятий

Подготовить теоретические вопросы или задачи, которые должны выполнить студенты во-время практического занятия. Подготовить список литературных источников, необходимых для выполнения задания и которые студенты могут получить в библиотеке института. Подготовить перечень Интернет-ресурсов, которые помогут в выполнении практического задания. После получения отчет выполнить проверку и на следующем практическом занятии разобрать допущенные ошибки и подсказать, как их необходимо устранить.

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

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 практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

3. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

Заблаговременно проверить работоспособность лабораторных установок. Наличие методических указаний к проведению лабораторных работ. Подготовить индивидуальное задание по установке режимов работы лабораторных установок для каждого студента, в соответствие со списком студентов.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

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

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

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

4. 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 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Рабочую программу составил: доцент Устинов Н.А.

Рецензент: доцент Костин Д.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.