

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ И ТЕПЛООБМЕННИКИ АЭС**

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.11 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 7 семестр - 5; 8 семестр - 2; всего - 7 |
| Часов (всего) по учебному плану: | 252 часа |
| Лекции | 7 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 7 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 7 семестр - 18 часов; 8 семестр - 14 часов; всего - 32 часа |
| Самостоятельная работа | 7 семестр - 93,2 часа; 8 семестр - 53,7 часа; всего - 146,9 часа |
| в том числе на КП/КР | 7 семестр - 31,7 часа; 8 семестр - 53,7 часа; всего - 85,4 часа |
| Иная контактная работа | 7 семестр - 4 часа; 8 семестр - 4 часа; всего - 8 часов |
| включая: Контрольная работа Тестирование Коллоквиум | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен Защита курсовой работы Защита курсового проекта | 7 семестр - 0,5 часа; 7 семестр - 0,3 часа; 8 семестр - 0,3 часа; всего - 1,1 часа |

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Стерхов К.В. |
| | Идентификатор | Rae99ef8f-SterkhovKV-51d3247b |

К.В. Стерхов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Плешанов К.А. |
| | Идентификатор | R002eb276-PleshanovKA-9092810 |

К.А. Плешанов

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Плешанов К.А. |
| | Идентификатор | R002eb276-PleshanovKA-9092810 |

К.А. Плешанов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: получение знаний об устройстве и основных характеристиках оборудования АЭС, основ физических процессов, протекающих в парогенераторах и теплообменниках АЭС, принципов расчёта и конструирования парогенераторов АЭС.

Задачи дисциплины

- изучение современного состояния атомной энергетики, схем АЭС и применяемых теплоносителей, коррозионных процессов и ведения водно-химического режима в парогенераторах АЭС;
- обучение устройству и режимам работы, методике теплового, компоновочного, прочностного, гидравлического расчета теплообменных аппаратов АЭС;
- приобретение навыков определения параметров теплообменных аппаратов;
- изучение принципов разработки парогенератора по имеющейся методике расчёта;
- обучение определению оптимальной конструкции и проектированию парогенератора, как совокупности всех его элементов, отвечающих условиям прочности, надёжности и экономичности;
- приобретение навыка разработки узлов конструкции парогенератора, представления проведённых расчётов, их результатов, конструкции парогенератора и его узлов в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации.

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

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-2 _{ПК-1} Разрабатывает конструкцию элементов объектов профессиональной деятельности | знать: - принципы разработки парогенератора по имеющейся методике расчёта. уметь: - разрабатывать узлы конструкции парогенератора, представлять проведённые расчёты и их результаты, конструкцию парогенератора и его узлов в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации. |
| ПК-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-3 _{ПК-1} Выполняет расчеты элементов объектов профессиональной деятельности | знать: - устройство и режимы работы, методику теплового, компоновочного, прочностного, гидравлического расчета теплообменных аппаратов АЭС. уметь: - разрабатывать парогенератор по имеющейся методике расчёта, определять оптимальную конструкцию и проектировать парогенератор, как совокупность всех его элементов, отвечающих условиям прочности, надёжности и экономичности; - определять параметры теплообменных аппаратов. |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|--|---|
| ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения | ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует понимание взаимного влияния условий работы отдельных элементов объектов профессиональной деятельности | знать: - современное состояние атомной энергетики, схемы АЭС, применяемые теплоносители, коррозионные процессы и ведение водно-химического режима в парогенераторах АЭС. |
| ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения | ИД-2 _{ПК-2} Проводит комплекс расчетов элементов объекта профессиональной деятельности | |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | | |
|-------|---|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| 1 | Современное состояние атомной энергетики. Принципиальные схемы АЭС. Тепловой расчет схемы АЭС. | 14 | 7 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 533-536, 556-558 [2], 7-15 [4], 358-361 [8], 112</p> | | |
| 1.1 | Современное состояние атомной энергетики. Принципиальные схемы АЭС. Тепловой расчет схемы АЭС. | 14 | | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | | - | |
| 2 | Теплоносители и теплообменные аппараты электростанций | 28 | | 8 | - | 12 | - | - | - | - | - | - | 8 | | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 19-26 [3], 4-6, 9 [5], 6-10</p> |
| 2.1 | Теплоносители и теплообменные аппараты электростанций | 28 | | 8 | - | 12 | - | - | - | - | - | - | 8 | | - | |
| 3 | Физические процессы, протекающие в парогенераторах АЭС. Водный режим АЭС | 14 | | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 221-229, 238-256</p> |
| 3.1 | Физические процессы, протекающие в парогенераторах АЭС. Водный режим АЭС | 14 | | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|--------------|---|-------------|
| 4 | Расчет и проектирование парогенераторов АЭС | 36 | | 8 | - | 20 | - | - | - | - | 8 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 340 [3], 5-8, 10-45 [7], 5-8, 10-45 | |
| 4.1 | Расчет и проектирование парогенераторов АЭС | 36 | | 8 | - | 20 | - | - | - | - | 8 | - | | |
| | Экзамен | 36.0 | | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | | 33.5 |
| | Курсовая работа (КР) | 52.0 | | - | - | - | 16 | - | 4 | - | 0.3 | 31.7 | | - |
| | Всего за семестр | 180.0 | | 32 | - | 32 | 16 | 2 | 4 | - | 0.8 | 59.7 | | 33.5 |
| | Итого за семестр | 180.0 | | 32 | - | 32 | 18 | | 4 | | 0.8 | 93.2 | | |
| | Курсовой проект (КП) | 72.0 | 8 | - | - | - | 14 | - | 4 | - | 0.3 | 53.7 | | - |
| | Всего за семестр | 72.0 | | - | - | - | 14 | - | 4 | - | 0.3 | 53.7 | | - |
| | Итого за семестр | 72.0 | | - | - | - | 14 | | 4 | | 0.3 | 53.7 | | |
| | ИТОГО | 252.0 | - | 32 | - | 32 | 32 | | 8 | | 1.1 | 146.9 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Современное состояние атомной энергетики. Принципиальные схемы АЭС. Тепловой расчет схемы АЭС.

1.1. Современное состояние атомной энергетики. Принципиальные схемы АЭС. Тепловой расчет схемы АЭС.

Современные АЭС. Классификация атомных станций. Принципиальные схемы выработки пара на АЭС. Двухконтурная схема АЭС. Основное технологическое оборудование, назначение и принцип работы. АЭС с реактором на быстрых нейтронах. Расчет теплового баланса ПГ..

2. Теплоносители и теплообменные аппараты электростанций

2.1. Теплоносители и теплообменные аппараты электростанций

Теплоносители АЭС. Основные свойства теплоносителей АЭС. Требования, предъявляемые к теплоносителям АЭС. Выбор параметров теплоносителя и рабочего тела для АЭС с ВВЭР. Необходимость введения экономайзерной и пароперегревательной поверхностей нагрева. Классификация теплообменных аппаратов. Преимущества и недостатки рекуперативных и массообменных теплообменных аппаратов. Применение данных аппаратов на АЭС с ВВЭР, примеры. Рекомендации к проектированию рекуперативных теплообменных аппаратов. Рекомендованные скорости движения среды в теплообменных аппаратах..

3. Физические процессы, протекающие в парогенераторах АЭС. Водный режим АЭС

3.1. Физические процессы, протекающие в парогенераторах АЭС. Водный режим АЭС

Гравитационно-осадительная сепарация. Механизм капельного уноса влаги. Жалюзийные сепараторы. Осевые сепараторы. Центробежно-осевые сепараторы. Центробежные сепараторы. Гидродинамика ПГ. Принципы измерения и поддержания уровня воды в парогенераторе. Однокамерный и двухкамерный уравнивательные сосуды. Принципы измерения и поддержания уровня воды в парогенераторе. Значение уставок при различных функциональных назначениях. Коррозия. Виды коррозии. Ионное произведение воды и показатель водородных ионов. Механизм электрохимической коррозии. Методы защиты оборудования от коррозии: обескислороживание воды, предотвращение углекислотной коррозии, поддержание щелочного характера среды. Водный режим теплоносителей АЭС с ВВЭР. Особенности водного режима первого контура. Химическое обессоливание воды. Сущность ионного обмена. Особенности теплового расчета прямоточных теплообменных аппаратов..

4. Расчет и проектирование парогенераторов АЭС

4.1. Расчет и проектирование парогенераторов АЭС

Определение ПГ АЭС. Варианты исполнения ПГ для АЭС с ВВЭР. Преимущества и недостатки ПГ разных типов. Методика теплового расчета ПГ АЭС с ВВЭР. Методика компоновочного расчета ПГ. Методика прочностного расчета элементов ПГ. Расчет массы элементов ПГ. Определение капитальных и эксплуатационных затрат. Выбор оптимальной скорости теплоносителя..

3.3. Темы практических занятий

1. Выбор параметров теплоносителя и рабочего тела (2 часа).;
2. Расчет необходимости введения экономайзерной поверхности в ПГ АЭС с ВВЭР (2

часа).;

3. Расчет необходимости введения пароперегревательной поверхности в ПГ АЭС с ВВЭР (2 часа).;
4. Тепловой расчет парогенератора (2 часа).;
5. Расчет толщины стенки теплообменной трубы (2 часа);
6. Конструкционный расчет поверхности нагрева U-образного ПГ (2 часа);
7. Расчет стоимости металла поверхности нагрева ПГ (2 часа);
8. Расчет коллектора теплоносителя на прочность (2 часа);
9. Расчет гидравлического сопротивления жалюзийных сепараторов (2 часа);
10. Расчет гидравлического сопротивления погружного дырчатого листа (2 часа);
11. Конструкционный расчет парогенератора для реактора на БН (6 часов);
12. Расчет поверхности нагрева по формулам для трубы и плоской стенки и сравнение результатов (2 часа);
13. Расчет конденсатора (2 часа);
14. Расчет теплообменника труба в трубе (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 7 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Вертикальный ширмовый парогенератор для АЭС с ВВЭР паропроизводительностью 1200 т/ч

График выполнения курсового проекта

| Неделя | 1 - 5 | 6 - 10 | 11 - 15 | Зачетная |
|---|------------|------------|-------------------------------|--------------------------|
| Раздел курсового проекта | 1, 2, 3, 4 | 5, 6, 7, 8 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 33 | 33 | 34 | - |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 33 | 66 | 100 | - |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
|---------------|---|
| 1 | Определение недостающих параметров теплоносителя и рабочего тела |
| 2 | Расчет толщины стенки теплообменной трубы |
| 3 | Тепловой расчет парогенератора |
| 4 | Конструкторский расчет для 3 скоростей теплоносителя |
| 5 | Компоновочный расчет для 3 скоростей теплоносителя |
| 6 | Расчет на прочность элементов парогенератора |
| 7 | Экономический расчет парогенератора и определение оптимальной скорости теплоносителя |
| 8 | Конструкторский, прочностной и экономический расчеты оптимальной конструкции парогенератора |

| | |
|----|----------------------------------|
| 9 | Расчет режимных параметров |
| 10 | Выполнение эскиза парогенератора |

8 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Вертикальный ширмовый парогенератор для АЭС с ВВЭР паропроизводительностью 1200 т/ч

График выполнения курсового проекта

| Неделя | 1 - 4 | 5 - 8 | 9 - 12 | Зачетная |
|---|-------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------------------|
| Раздел курсового проекта | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 | 11 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 33 | 33 | 34 | - |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 33 | 66 | 100 | - |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
|---------------|---|
| 1 | Определение недостающих параметров теплоносителя и рабочего тела |
| 2 | Расчет толщины стенки теплообменной трубы |
| 3 | Тепловой расчет парогенератора |
| 4 | Конструкторский расчет для 3 скоростей теплоносителя |
| 5 | Компоновочный расчет для 3 скоростей теплоносителя |
| 6 | Расчет на прочность элементов парогенератора |
| 7 | Экономический расчет парогенератора и определение оптимальной скорости теплоносителя |
| 8 | Конструкторский, прочностной и экономический расчеты оптимальной конструкции парогенератора |
| 9 | Расчет режимных параметров |
| 10 | Выполнение эскиза парогенератора |
| 11 | Выполнение графической части (чертеж основного вида ПГ АЭС) |
| 12 | Выполнение графической части (чертеж основного и дополнительного вида ПГ АЭС и 3 дополнительных элементов ПГ) |

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) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|------------------|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| принципы разработки парогенератора по имеющейся методике расчёта | ИД-2ПК-1 | | | | + | Коллоквиум/Защита презентации по разбору конструкций ПГ |
| устройство и режимы работы, методику теплового, компоновочного, прочностного, гидравлического расчета теплообменных аппаратов АЭС | ИД-3ПК-1 | + | | | | Контрольная работа/Контрольная работа – «задачи на тепловой баланс и теплопередачу» |
| современное состояние атомной энергетики, схемы АЭС, применяемые теплоносители, коррозионные процессы и ведение водно-химического режима в парогенераторах АЭС | ИД-1ПК-2 | | | + | | Тестирование/Тест – освоение лекционного материала |
| Уметь: | | | | | | |
| разрабатывать узлы конструкции парогенератора, представлять проведённые расчёты и их результаты, конструкцию парогенератора и его узлов в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации | ИД-2ПК-1 | | | | + | Контрольная работа/Контрольная работа – «задачи на проектирование теплообменных аппаратов» |
| определять параметры теплообменных аппаратов | ИД-3ПК-1 | | + | | | Контрольная работа/Контрольная работа – «задачи на проектирование теплообменных аппаратов» |
| разрабатывать парогенератор по имеющейся методике расчёта, определять оптимальную конструкцию и проектировать парогенератор, как совокупность всех его элементов, отвечающих условиям прочности, надёжности и экономичности | ИД-3ПК-1 | + | | | | Контрольная работа/Контрольная работа – «задачи на проектирование теплообменных аппаратов» |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Защита презентации по разбору конструкций ПГ (Коллоквиум)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа – «задачи на проектирование теплообменных аппаратов» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа – «задачи на тепловой баланс и теплопередачу» (Контрольная работа)
3. Тест – освоение лекционного материала (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта и работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Курсовая работа (КР) (Семестр №7)

Курсовой проект (КП) (Семестр №8)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С. А. Андрушечко, и др. – М. : Логос, 2010 . – 604 с. - ISBN 978-5-98704-496-4 .;
2. Рассохин, Н. Г. Парогенераторные установки атомных электростанций : Учебник для вузов по специальности "Атомные электрические станции" / Н. Г. Рассохин . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1987 . – 384 с.;
3. Стерхов, К. В. Парогенераторы АЭС : учебное пособие по курсу "Парогенераторы и теплообменники АЭС" для студентов, обучающихся по направлению "Энергетическое машиностроение" / К. В. Стерхов, М. Н. Зайченко, Е. И. Машинкова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 52 с. - ISBN 978-5-7046-2393-9 . <http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11531>;
4. Ковалев, А. П. Парогенераторы : Учебник для вузов по специальности "Парогенераторостроение" / А. П. Ковалев, Н. С. Лелеев, Т. В. Виленский ; Общ. ред. А. П. Ковалев . – М. : Энергоатомиздат, 1985 . – 376 с.;

5. Бакластов, А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок : учебное пособие для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / А. М. Бакластов . – М. : Энергия, 1970 . – 568 с.;
6. Трунов, Н. Б. Гидродинамические и теплохимические процессы в парогенераторах АЭС с ВВЭР / Н. Б. Трунов, С. А. Логвинов, Ю. Г. Драгунов . – М. : Энергоатомиздат, 2001 . – 316 с. - ISBN 5-283-00288-8 .;
7. Двойнишников, В. А. Учебное пособие по курсу "Парогенераторы и оборудование АЭС": Расчет и проектирование парогенераторов АЭС / В. А. Двойнишников, А. Ф. Хритинин, Ю. А. Козлов ; Ред. М. А. Изюмов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1981 . – 68 с. <http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5758>;
8. Трухний А.Д. , Изюмов М.А. , Поваров О.А. , Малышенко С. П.- "Современная теплоэнергетика" Т. 1, (5-е изд., стер.), Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (472 с.) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72255.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. 7-zip.

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

1. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория | парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Х-301, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стол компьютерный, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория | парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Х-301, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стол компьютерный, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный |
| Помещения для самостоятельной работы | Д-323, Помещение каф. МиПЭУ | стол, стул, шкаф |
| Помещения для консультирования | Д-320, Кабинет сотрудников каф. "МиПЭУ" | рабочее место сотрудника, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер |

| | | |
|--|----------------------------|------------|
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Д-305, Склад кафедры МиПЭУ | стул, шкаф |
|--|----------------------------|------------|

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Парогенераторы и теплообменники АЭС

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа – «задачи на тепловой баланс и теплопередачу» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа – «задачи на проектирование теплообменных аппаратов» (Контрольная работа)
- КМ-3 Тест – освоение лекционного материала (Тестирование)
- КМ-4 Защита презентации по разбору конструкций ПГ (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 14 |
| 1 | Современное состояние атомной энергетики. Принципиальные схемы АЭС. Тепловой расчет схемы АЭС. | | | | | |
| 1.1 | Современное состояние атомной энергетики. Принципиальные схемы АЭС. Тепловой расчет схемы АЭС. | | + | + | | |
| 2 | Теплоносители и теплообменные аппараты электростанций | | | | | |
| 2.1 | Теплоносители и теплообменные аппараты электростанций | | | + | | |
| 3 | Физические процессы, протекающие в парогенераторах АЭС. Водный режим АЭС | | | | | |
| 3.1 | Физические процессы, протекающие в парогенераторах АЭС. Водный режим АЭС | | | | + | |
| 4 | Расчет и проектирование парогенераторов АЭС | | | | | |
| 4.1 | Расчет и проектирование парогенераторов АЭС | | | + | | + |
| Вес КМ, %: | | | 30 | 30 | 30 | 10 |

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

Вид промежуточной аттестации – .

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: |
|---------------|-------------------|------------|
| | | Неделя КМ: |
| | | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Парогенераторы и теплообменники АЭС

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 Соблюдение графика выполнения КР

КМ-2 Соблюдение графика выполнения КР

КМ-3 Оценка выполнения разделов КР

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 |
|---------------|---|------------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 5 | 10 | 15 |
| 1 | Определение недостающих параметров теплоносителя и рабочего тела | | + | | + |
| 2 | Расчет толщины стенки теплообменной трубы | | + | | + |
| 3 | Тепловой расчет парогенератора | | + | | + |
| 4 | Конструкторский расчет для 3 скоростей теплоносителя | | + | | + |
| 5 | Компоновочный расчет для 3 скоростей теплоносителя | | | + | + |
| 6 | Расчет на прочность элементов парогенератора | | | + | + |
| 7 | Экономический расчет парогенератора и определение оптимальной скорости теплоносителя | | | + | + |
| 8 | Конструкторский, прочностной и экономический расчеты оптимальной конструкции парогенератора | | | + | + |
| 9 | Расчет режимных параметров | | | | + |
| 10 | Выполнение эскиза парогенератора | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 33 | 33 | 34 |

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 Соблюдение графика выполнения КП

КМ-2 Соблюдение графика выполнения КП

КМ-3 Оценка выполнения разделов КП

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 |
|---------------|---|------------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 |
| 1 | Определение недостающих параметров теплоносителя и рабочего тела | | + | | + |
| 2 | Расчет толщины стенки теплообменной трубы | | + | | + |
| 3 | Тепловой расчет парогенератора | | + | | + |
| 4 | Конструкторский расчет для 3 скоростей теплоносителя | | + | | + |
| 5 | Компоновочный расчет для 3 скоростей теплоносителя | | + | | + |
| 6 | Расчет на прочность элементов парогенератора | | + | | + |
| 7 | Экономический расчет парогенератора и определение оптимальной скорости теплоносителя | | + | | + |
| 8 | Конструкторский, прочностной и экономический расчеты оптимальной конструкции парогенератора | | + | | + |
| 9 | Расчет режимных параметров | | + | | + |
| 10 | Выполнение эскиза парогенератора | | + | | + |
| 11 | Выполнение графической части (чертеж основного вида ПГ АЭС) | | | + | + |
| 12 | Выполнение графической части (чертеж основного и дополнительного вида ПГ АЭС и 3 дополнительных элементов ПГ) | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 33 | 33 | 34 |