

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 30.08.2022 № 1-8/2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование процессов в оборудовании АЭС

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Шифр, название направления подготовки

профиля

Ядерные реакторы и энергетические установки

Шифр, название профиля

Форма обучения: заочная

г. Обнинск 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- дать будущему магистру знания о методах расчета исследовательских реакторов;
- дать будущему специалисту общее представление о принципах проектирования АЭС;
- дать будущему специалисту навыки обоснования ядерной и радиационной безопасности АЭС.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение знаний о численных методах расчета переноса излучения, тепла и массы ядерных энергетических установок;
- освоение знаний о формировании основных технологических параметрах ядерных энергетических установок;
- дать навыки проектирования с использованием систем автоматизированного проектирования;
- освоение вероятностного и детерминистического подхода при обосновании ядерной и радиационной безопасности;
- освоение методов обработки данных опыта эксплуатации для получения показателей надежности необходимых в рамках обоснования безопасности ядерных энергетических установок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к профессиональному модулю; изучается на 2 курсе в (во) установочной и зимней сессиях.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Физика ядерных реакторов; Оборудование АЭС.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Расчетное обоснование эксплуатации реакторов.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код компетенций | Наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-----------------|---|---|
| ПК-5.1 | Способен производить анализ технического состояния реакторного оборудования, технологических систем и трубопроводов | З-ПК-5.1 Знать: системы контроля, управления и диагностики оборудования; Знать основные этапы обоснования безопасности при эксплуатации реакторов различных типов. У-ПК-5.1 Уметь: выполнять расчетное обоснование эксплуатации реакторов; Уметь моделировать процессы в оборудовании АЭС. В-ПК-5.1 Владеть: специализированными расчетными комплексами, применяемыми для обоснования эксплуатации реакторов; Владеть программными кодами моделирования процессов в оборудовании АЭС. |

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках освоения ОП магистратуры программа воспитания не реализуется.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

| Вид работы | Количество часов на вид работы: | | |
|--|---------------------------------|-----------------------------|------------|
| | 2 курс, установ. сессия | 2 курс, зимняя сессия | Всего |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | |
| Аудиторные занятия (всего) | 18 | 18 | 36 |
| В том числе: | | | |
| <i>лекции</i> | 6 | 6 | 12 |
| <i>практические занятия</i> | 6 | 6 | 12 |
| <i>лабораторные занятия</i> | 6 | 6 | 12 |
| Промежуточная аттестация | | | |
| В том числе: | | | |
| <i>зачет</i> | | | |
| <i>зачет с оценкой</i> | 4 | | 4 |
| <i>экзамен</i> | | 9 | 9 |
| Самостоятельная работа обучающихся | 50 | 81 | 131 |
| Всего (часы): | 72 | 108 | 180 |
| Всего (зачетные единицы): | 2 | 3 | 5 |

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

| № п/п | Наименование раздела /темы дисциплины | Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам) | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|-----------|-----------|----------|------------|-----|----|-----|--------|-----|--|--|--|
| | | Заочная форма обучения | | | | | | | | | | | | |
| | | Лек | Пр | Лаб | Внеауд | СРО | Лек | Пр | Лаб | Внеауд | СРО | | | |
| 1. | Методики расчета задач переноса излучения, тепла и массы | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1. | Закономерности баланса энергии. | 2 | 2 | 2 | | 15 | | | | | | | | |
| 1.2. | Обзор методик расчета переноса излучения | 2 | 2 | 2 | | 15 | | | | | | | | |
| 1.3. | Обзор методик расчета переноса тепла и массы | 2 | 2 | 2 | | 20 | | | | | | | | |
| 2. | Основы проектирования реакторных установок | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1. | Реакторные установки | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | 20 | | | | | | | | |
| 2.2. | Формирование технологических параметров реакторной установки | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | 20 | | | | | | | | |
| 2.3. | Системы управления и защиты | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | 20 | | | | | | | | |
| 2.4. | Основы систем автоматизированного проектирования | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | 20 | | | | | | | | |
| | Всего: | 12 | 12 | 12 | - | 131 | | | | | | | | |

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия /семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

| № | Наименование раздела /темы дисциплины | Содержание |
|-----------|---|--|
| 1. | Методики расчета задач переноса излучения, тепла и массы | |
| 1.1. | Закономерности баланса энергии. | Понятие о диссипативных системах. Закономерности баланса энергии в задачах переноса тепла, массы и переноса излучения. Понятие о численном моделировании и расчете. |
| 1.2. | Обзор методик расчета переноса излучения | Вероятностные подходы для моделирования задач переноса излучения. Метод ВПС и Монте-Карло. Способы решения системы уравнений переноса излучения в дискретизированной области пространства. Многогрупповое приближение. Понятие о групповых константах и способы их получения. Метод конечных элементов, метод граничных элементов, s^n приближение. Ограничения и допущения методов. |
| 1.3 | Обзор методик расчета переноса тепла и массы | Моделирование процесса переноса тепла и массы. Турбулентные составляющие как признак разомкнутой физической системы. Гипотезы для учета турбулентных составляющих течения (модели $k-\varepsilon$ и $k-\omega$). Способы решения системы уравнений переноса тепла и массы в дискретизированной области пространства. Метод конечных элементов, метод граничных элементов, метод конечных объемов. Ограничения и допущения методов. |
| 2. | Основы проектирования реакторных установок | |
| 2.1. | Реакторные установки | Классификация по назначению реакторных установок – градация потребительских показателей. Краткий обзор концепций реакторных установок. |
| 2.2. | Формирование технологических параметров реакторной установки | Ограничение температуры теплоносителя на входе и выходе из реактора. Давление теплоносителя реактора. Поток нейтронов – ограничения. Материалы реакторных установок: конструкционные элементы, теплоноситель, топливо, поглотитель, замедлитель и отражатель. Влияние технологических особенностей производства и монтажа оборудования на технологические параметры. |
| 2.3 | Системы управления и защиты | Каналы срабатывания защит ядерных реакторов. Ложные срабатывания. Способы воздействия на реактивность реактора. Требования правил ядерной безопасности к системе управления и защиты реакторных установок. Обзор концептуальных конструктивных решений рабочих органов системы управления и защиты. |
| 2.4. | Основы систем автоматизированного проектирования | Основные достоинства использования систем автоматизированного проектирования при разработке проекта. Обзор современных систем автоматизированного проектирования. Назначение систем автоматизированного проектирования. Комплекс AutoCAD, Компас, SolidWork, ProEngineer, ArchiCAD, bCAD. |

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Гераскин, Н.И. Курсовое проектирование ядерно-энергетических установок [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для вузов / Н. И. Гераскин, В. И. Наумов. - Москва: МИФИ, 2008. http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Geraskin,_Naumov_Kursovoe_proektirovanie_yaderno-energeticheskikh_2008.pdf

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Индикатор достижения компетенции | Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации |
|--|--|----------------------------------|---|
| Текущая аттестация, 2 курс, установочная сессия | | | |
| 1. | Законы баланса | З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1 | Дкл, ЛР |
| 2. | Обзор методик расчета переноса излучения | З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1 | Дкл, ЛР |
| 3. | Обзор методик расчета переноса тепла и массы | З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1 | Дкл, ЛР |
| Промежуточная аттестация, 2 курс, установочная сессия | | | |
| | зачет | З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1 | Вопросы к зачету |
| Текущая аттестация, 2 курс, зимняя сессия | | | |
| 4. | Реакторные установки | З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1 | Дкл, ЛР |
| 5. | Формирование технологических параметров реакторной установки | З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1 | Дкл, ЛР |
| 6. | Системы управления и защиты | З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1 | Дкл, ЛР |
| 7. | Основы систем автоматизированного проектирования | З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1 | Дкл, ЛР |
| Промежуточная аттестация, 2 курс, зимняя сессия | | | |
| | экзамен | З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1 | Экзаменационный билет |

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Зачет и экзамен

а) типовые вопросы:

1. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в диффузионном приближении.
2. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в $P-1$ приближении.
3. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в v^4 приближении.
4. Сформулировать и записать соотношение баланса тепла для задачи стационарного теплообмена на границе стенка жидкость.

5. Сформулировать и записать соотношение баланса массы и импульса для задачи ламинарного течения.
6. Диссипативные и замкнутые системы. Примеры. Подходы к расчетам и анализу.
7. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Методы дискретизации расчетной области пространства.
8. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Ограничения. Достоинства и недостатки.
9. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. «Сеточные» методы расчета. Ограничения. Достоинства и недостатки.
10. Методы моделирования переноса тепла и массы. Модели турбулентности $k-\varepsilon$ и $k-\omega$. Ограничения. Достоинства и недостатки.
11. «Сеточные» методы расчета переноса тепла и массы. Ограничения. Достоинства и недостатки.
12. Энергетические реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции энергетических ядерных установок.
13. Транспортные реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции транспортных ядерных установок.
14. Исследовательские реакторные установки. Основные общие потребительские показатели. Концепции исследовательских ядерных установок.
15. Основные технологические параметры реакторных установок. Формирование температуры и давления теплоносителя, плотности потока нейтронов.
16. Материала реакторных установок: конструкционные элементы, теплоноситель, топливо, поглотитель, замедлитель и отражатель.
17. Каналы срабатывания защиты ядерных реакторов. Ложные срабатывания. Требования ядерной безопасности к системе управления и защиты.
18. Системы управления и защиты: способы воздействия на реактивность реактора. Основные концептуальные конструктивные решения для рабочих органов системы управления и защиты.
19. Детерминистический анализ безопасности: достоинства и недостатки.
20. Вероятностный анализ безопасности: достоинства и недостатки.
21. Вероятностный анализ безопасности: исходные события; полная группа событий.
22. Структурная схема надежности и дерева отказов.
23. Источники данных о надежности элементов реакторной установки. Достоинства и недостатки доступных источников.
24. Этапы обработки данных опыта эксплуатации и испытаний.
25. Общий принцип построения физико-статистических моделей надежности.
26. Обоснование ядерной безопасности. Критерии обеспечения ядерной безопасности.
27. Обоснование радиационной безопасности. Критерии обеспечения радиационной безопасности.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

| Оценка | Критерии оценки |
|------------------|---|
| Отлично 36-40 | Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно |

| | |
|------------------------------------|--|
| | <p>изложить теоретический материал;</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу. |
| Хорошо 30-35 | <p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу. |
| Удовлетворительно 25-29 | <p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу. |
| Неудовлетворительно 24 и меньше | <p>Студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу. |

8.2.2. Индивидуальное домашнее задание

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Вариант 1:

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – диоксид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
 - тип – стержневые;
 - ячейка – треугольная;
 - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

Вариант 2:

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой реактор транспортного назначения;
- тепловая мощность – 300 МВт;
- топливо – диоксид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
 - тип – стержневые;
 - ячейка – треугольная;
 - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 7,2 % и 8,9%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 24°C, КПД турбины 42%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

Вариант 3:

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
 - тип – стержневые;
 - ячейка – треугольная;
 - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

Вариант 4:

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
 - тип – стержневые;
 - ячейка – треугольная;
 - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом p -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

| Оценка | Критерии |
|--------------|---|
| 40-50 | 1) полное раскрытие темы; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) приведение формул. |
| 30-40 | 1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий, формулах и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др. |
| 20-30 | 1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др. |
| 0-20 | 1) нераскрытие темы; 2) большое количество существенных ошибок; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др. |

в) описание шкалы оценивания:

30-50 ИДЗ засчитывается

0-29 ИДЗ на доработку

8.2.3. Доклад

а) типовые темы докладов - образец:

1. Вероятностные подходы для моделирования задач переноса излучения.
2. Метод конечных элементов для решения задач переноса нейтронов.
3. Метод граничных элементов для решения задач переноса нейтронов.
4. Метод клеточных автоматов для решения задач переноса нейтронов.
5. Аварии на критических сборках. Хронология, масштабы последствий, анализ аварии и причин.
6. Задачи теплообмена: модели учета турбулентности.
7. Метод конечных элементов для решения задач теплообмена.
8. Метод конечных объемов для решения задач теплообмена.
9. Прямое моделирование задач теплообмена.
10. Современные концепции энергетических ядерных установок.
11. Современные концепции транспортных ядерных установок.

12. Концепции конструктивных решений рабочих органов системы управления и защиты ядерных реакторов.
13. Основные методики построения физико-статистических моделей надежности.
14. Источники данных о надежности элементов реакторных установок. Обзор источников. Проблемы оценки надежности элементов ядерных установок.
15. Вероятностный анализ безопасности. Уровни. Использование при обосновании ядерной и радиационной безопасности.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Показатели и критерии оценки доклада:

| Показатели оценки | Критерии оценки | Баллы (max) |
|--|---|-------------|
| 1. Новизна текста | - актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений. | 2 |
| 2. Степень раскрытия сущности проблемы | - соответствие содержания теме доклада; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы. | 3 |
| 3. Обоснованность выбора источников | - круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.). | 2 |
| 4. Соблюдение требований к оформлению | - грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему презентации. | 2 |
| 5. Грамотность | - отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль. | 1 |

в) описание шкалы оценивания:

5-10 баллов контрольная точка считается выполненной

0-4 баллов доклад отдается на доработку

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

| Вид контроля | Этап рейтинговой системы Оценочное средство | Балл | |
|----------------------------|--|---------|----------|
| | | Минимум | Максимум |
| Текущий | Контрольная точка № 1 | 6 | 10 |
| | Доклад | 6 | 10 |
| | Контрольная точка № 2 | 30 | 50 |
| | Индивидуальное домашнее задание | 30 | 50 |
| Промежуточный | Зачет | 24 | 40 |
| | Вопрос 1 | 12 | 20 |
| | Вопрос 2 | 12 | 20 |
| ИТОГО по дисциплине | | 60 | 100 |

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Тема доклада и ИДЗ даётся на 1 занятии

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

| Сумма баллов | Оценка по 4-х балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоения учебной дисциплины |
|--------------|------------------------------|-------------|---|
| 90-100 | 5- «отлично»/ «зачтено» | A | Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, |

| | | | |
|--------|---|---|--|
| | | | исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы |
| 85-89 | 4 - «хорошо»/ «зачтено» | B | Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос |
| 75-84 | | C | |
| 70--74 | | D | |
| 65-69 | 3 - «удовлетворительно»/ «зачтено» | D | Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала |
| 60-64 | | E | |
| 0-59 | 2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено» | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине |

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта : науч. издание / С. А. Андрущечко [и др.]. - М. : Логос, 2010. (150 экз.)
2. Зорин В. М. Атомные электростанции : учеб. пособие для студ. вузов / В. М. Зорин. - М. : МЭИ, 2012. (250 шт.)
3. Лескин, С.Т. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР-1000 [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С. Т. Лескин, А. С. Шелегов, В. И. Слободчук. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Leskin_Fizicheskie_osobennosti_i_konstrukciya_reaktora_VVER-1000_2011.pdf [Режим доступа 20.04.2015]
4. Шелегов, А.С. Физические особенности и конструкция реактора РБМК-1000 [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Shelegov_Fizicheskie_osobennosti_i_konstrukciya_Reaktora_RBMK-1000_2007.pdf [Режим доступа 20.04.2015]

б) дополнительная учебная литература:

1. Волков Ю.В.. Физико-технические основы конструирования ядерных реакторов (учебное пособие). ИАТЭ, Обнинск, 1996 г.
2. Волков Ю.В., Дугинов О.Б., Клинов Д.А. Надежность и безопасность ЯЭУ. Уч. пособие. 2-е изд., доп. и перераб. Изд. ИАТЭ, 2005. Метод конечных элементов в технике. / О. Зенкевич: пер. с англ. под ред. Б.Е. Победри – М.: «Мир», 1975. – 539 с.
3. Коробейников В.В. Метод Монте-Карло в задачах физики реакторов и защиты. Учебное пособие по курсу ФРЯР, ИАТЭ, 1994.
4. Норри Д., де Фриз Ж.. Введение в метод конечных элементов. / Д. Норри, Ж.. де Фриз: пер. с англ. под ред. Г. И. Марчука – М.: «Мир», 1981. – 304 с.
5. Рояк М.Э., Соловейчик Ю.Г., Шурина Э.П. Сеточные методы решения краевых задач математической физики: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. – 120 с.
6. Атомные электрические станции. / Т. Х. Маргулова – М.: «Высшая школа», 1978.
7. Самойлов О.Б. Безопасность ядерных энергетических установок / О.Б. Самойлов, Г.Б. Усынин, А.М. Бахметьев – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 280 с.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<http://ibooks.ru/>

<http://e.lanbook.com/>

<http://www.biblio-online.ru/>

<http://kuperbook.biblioclub.ru>

<http://www.studentlibrary.ru>

<http://library.mephi.ru>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|----------------------|---|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. |
| Практические занятия | При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю |

| | |
|---------------------------------|--|
| Лабораторные занятия | При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК. |
| Доклад | Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада. |
| Реферат | Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата. |
| Коллоквиум | Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др. |
| Индивидуальное домашнее задание | При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно. |
| Подготовка к зачету | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации. |
| Подготовка к экзамену | При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины. |

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

- применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
- возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет(e-mail)

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| № пп | Наименование темы дисциплины | Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия) | Количество ак. ч. | Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий |
|------|--|--|-------------------|--|
| 1 | Законы баланса. | практические занятия | 2 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 2 | Обзор методик расчета переноса излучения | практические занятия | 4 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 3 | Обзор методик расчета переноса тепла и массы | практические занятия | 4 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 4 | Реакторные установки | практические занятия | 2 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 5 | Формирование технологических параметров реакторной установки | практические занятия | 4 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 6 | Системы управления и защиты | практические занятия | 4 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 7 | Основы систем автоматизированного проектирования | практические занятия | 2 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 8 | Детерминистический и вероятностный анализ безопасности | практические занятия | 2 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 9 | Вероятностная методика анализа | практические занятия | 2 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 10 | Данные о надежности | практические занятия | 4 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |
| 11 | Анализ ядерной безопасности | практические занятия | 4 | Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм |

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний, обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программа составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика.

Программу составил:

_____ А.В. Соболев, старший преподаватель ОЯФиТ

Рецензент:

_____ А.С. Зевякин, старший преподаватель ОЯФиТ