ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО  
  
протокол № 18 / 03   
  
от « 31 » мая 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (СПЕЦГЛАВЫ)

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки (специальность) | 09.04.04 Программная инженерия |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Семестр** | **Интерактив** | **Трудоемкость, кред.** | **Общий объем курса, час.** | **Лекции, час.** | **Практич. занятия, час.** | **Лаборат. работы, час.** | **СРС, час.** | **КСР, час.** | **Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП** |
| 2 |  | 3 | 108 | 0 | 15 | 15 | 78 | 0 | З |
| ИТОГО | 0 | 3 | 108 | 0 | 15 | 15 | 78 | 0 |  |

Группа: М20-504

АННОТАЦИЯ

Дисциплина "Математические модели физических процессов (спецглавы)" развивает тему дисциплины "Математические модели физических процессов".

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины "Математические модели физических процессов (спецглавы)" являются: Развитие умений на примере математических моделей физических процессов в ядерных энергетических установках создавать математические модели балансного типа.

Проводить анализ математических моделей.

Обоснованно выбирать численные и аналитические методы реализации математических моделей, их редукцию и применять к описанию сложных физических процессов в ядерном энергоблоке.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору математического и естественнонаучного цикла.

Для успешного обучения требуются знания курса «Математические модели физических процессов (спецглавы)»

Освоению данной дисциплины должно предшествовать освоение следующих дисциплин:

Курс общей физики

Курс математики.

Математические модели физических процессов

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1 – Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте

ОПК-2 – Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач

ОПК-6 – Способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности

ПК-1 – Владеет знаниями основ философии и методологии науки

ПК-2 – Владеет знаниями методов научных исследований и навыками их проведения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п** | **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Недели** | **Лекции, час.** | **Практ. занятия / семинары, час.** | **Лабораторные работы, час.** | **Обязат. текущий контроль (форма\*, неделя)** | **Аттестация раздела (форма\*, неделя)** | **Максимальный балл за раздел\*\*** |
|  | *2 Семестр* |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Часть 1 | 1-8 |  | 8 | 8 |  | КИ-8 | 25 |
| 2 | Часть 2 | 9-16 |  | 7 | 7 |  | КИ-16 | 25 |
|  | *Итого за 2 Семестр* |  | 0 | 15 | 15 |  |  | 50 |
|  | **Контрольные мероприятия за 2 Семестр** |  |  |  |  |  | З | 50 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

|  |  |
| --- | --- |
| **Обозначение** | **Полное наименование** |
| КИ | Контроль по итогам |
| З | Зачет |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** | **Лек., час.** | **Пр./сем., час.** | **Лаб., час.** |
|  | *2 Семестр* | 0 | 15 | 15 |
| **1-8** | **Часть 1** |  | 8 | 8 |
| 1 - 2 | **Введение** Введение. Замедление нейтронов. Потеря энергии при столкновении с рассеянием. Средняя логарифмическая потеря энергии. Коэффициент замедления. Выбор замедлителя.  Спектр замедления. Уравнение замедления. Спектр Максвелла. Вероятность избежать резонансного поглощения. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
|  | 2 | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 3 - 4 | **Диффузия нейтронов** Диффузия нейтронов. Уравнение диффузии. Граничные условия. Решение уравнения диффузии для реакторов различной геометрии. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
|  | 2 | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 5 - 8 | **Уравнение возраста** Уравнение возраста. Критический реактор в диффузионно-возрастном приближении. Эффективное одногрупповое приближение. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
|  | 4 | 4 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| **9-16** | **Часть 2** |  | 7 | 7 |
| 9 - 10 | **Кинетика реактора** Кинетика реактора. Точечная кинетика. Решение кинетики с одной группой запаздывающих нейтронов. Регулирующие стержни. Запас реактивности. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
|  | 2 | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 11 - 12 | **Продукты деления** Продукты деления. Отравление реактора ксеноном и самарием. Ксеноновые колебания. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
|  | 2 | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 13 - 14 | **Выгорание топлива** Выгорание топлива. Уравнения выгорания. Решение уравнений выгорания. Коэффициент воспроизводства. Ядерный топливный цикл. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
|  | 2 | 2 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 15 | **Системы контроля и управления реактором** Системы контроля и управления реактором. Разработка математического и программного обеспечения современных ядерно-энергетических систем. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
|  | 1 | 1 |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |

Сокращенные наименования онлайн опций:

|  |  |
| --- | --- |
| **Обозначение** | **Полное наименование** |
| ЭК | Электронный курс |
| ПМ | Полнотекстовый материал |
| ПЛ | Полнотекстовые лекции |
| ВМ | Видео-материалы |
| АМ | Аудио-материалы |
| Прз | Презентации |
| Т | Тесты |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС | Интерактивный сайт |

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

|  |  |
| --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** |
|  | *2 Семестр* |
| 1 - 2 | **The critical reactor** The critical reactor. |
| 3 - 4 | **The point kinetics equations**  The point kinetics equations. |
| 5 - 6 | **Xenon poisoning of reactor**  Xenon poisoning of reactor. |
| 7 - 8 | **Spatial dynamics**  Spatial dynamics. |
| 9 - 10 | **Thermal Physics**  Thermal Physics. |
| 11 - 12 | **The cell reactor**  The cell reactor. |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе современных информационных технологий(автоматизировнных обучающих систем, информационных поисковых систем отрасли и др.)

В рамках учебного курса предусмотрена встреча с представителями Заказчика

6. ТРЕБОВАНИЯ К ФОНДУ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ В РАМКАХ РЕАЛИЗУЕМОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Самостоятельная работа

Домашнее задание по курсу

Математические модели устройств

Разработать математическое обеспечение для проведения теплогидравлического расчета

1. реактора типа ВВЭР

2. реактора типа РБМК

Исходные данные:

Алгоритм теплогидравлического расчета[1,2]

При выполнении работы должны быть получены следующие результаты

 программный модуль

 результат тестирования программы

 результаты расчета штатного режима работы реактора

 демонстрация возможностей созданного программного модуля (входной, выходной интерфейс, исследование распределения температур топлива, теплоносителя в зависимости от конструктивных и технологических параметров реактора)

Литература

1. Загребаев А.М. Курс лекций

2. Б.А. Дементьев Ядерные энергетические реакторы. М. Энергоатомиздат, 1990.

3. Загребаев А.М., Овсянникова Н.В Автоматизированная обучающая система по физике реакторов Учебное пособие. М.: Изд МИФИ 1999 — 134с.

Автоматизированное тестирование по теме:

«Динамика реактора с обратными связями »

2-ая неделя

=== 1 ===================================================

На экономайзерном участке температура теплоносителя в направлении

его движения:

- увеличивается [10]

- уменьшается [0]

- не изменяется [0]

=== 2 ===================================================

На экономайзерном участке теплоноситель:

- не кипит [0]

- имеет место объемное кипение [0]

- имеет место пристеночное кипение [20]

=== 3 ===================================================

Паросодержание на выходе из активной зоны при неизменном давлении

зависит от:

- мощности канала и его распределения по высоте [0]

- мощности и расхода теплоносителя [20]

- распределения энерговыделения и расхода теплоносителя [0]

=== 4 ===================================================

Давление в канале уменьшилось. Как изменилась длина

экономайзерного участка?

- увеличилась [0]

- уменьшилась [20]

- осталась без изменения [0]

=== 5 ===================================================

Давление в канале увеличилось. Как изменилось паросодержание на

выходе из А.З.?

- увеличилось [0]

- уменьшилось [20]

- осталось без изменения [0]

4-ая неделя

=== 6 ===================================================

При положительном паровом эффекте реактивности в реакторе и

отключенных системах управления и защиты прекратилась подача

питательной воды. Мощность реактора в течение нескольких секунд

после аварии:

- будет возрастать [40]

- не изменится [0]

- сначала будет возрастать, потом уменьшится [0]

=== 7 ===================================================

При постоянной мощности канала поле энерговыделения смещается

к низу активной зоны. Паросодержание на выходе из канала:

- не изменяется [30]

- увеличивается [0]

- уменьшается [0]

=== 8 ===================================================

Расход теплоносителя в парогенерирующем канале увеличился.

Как изменилось паросодержание на выходе из канала?

- увеличилось [20]

- уменьшилось [0]

- осталось без изменения [0]

=== 9 ===================================================

Распределение равновесной концентрации ксенона по высоте

активной зоны:

- совпадает с распределением энерговыделения [0]

- имеет меньший коэффициент неравномерности [10]

- имеет больший коэффициент неравномерности [0]

=== 10 ===================================================

В течение 2 часов мощность реактора понижалась, при этом

оперативный запас реактивности на компенсацию ксенона:

- увеличивался [0]

- уменьшался [10]

- не изменялся [0]

=== 11 ===================================================

При постоянной мощности реактора поле нейтронов из нижней

половины реактора перемещается в верхнюю половину. Эффективность

органов ручного регулировния при этом:

- остается без изменения [0]

- уменьшается [0]

- возрастает [50]

=== 12 ===================================================

Органы УСП вводятся в активную зону. Неизменный уровень мощности

обеспечивают действием системы АР. Оффсет поля энерговыделения

при этом:

- увеличивается [30]

- уменьшается [0]

- не изменяется [0]

=== 13 ===================================================

Поле нейтронов в стационарно работающем реакторе смещено в нижнюю

половину. Чтобы потерять меньший запас реактивности на компенсацию

ксенонового отравления при снижении мощности необходимо:

- сместить поле в верхнюю половину [30]

- оставить неизмененным [0]

- увеличить перекос к низу активной зоны [0]

=== 14 ===================================================

Коэффициент реактивности по пару положителен. Расход теплоносителя

понизился. Как перемещаются органы автоматического регулирования для

сохранения режима работы реактора?

- вводятся в АЗ [20]

- выводятся из АЗ [0]

- не передвигаются [0]

=== 15 ===================================================

Состояние реактора характеризуется положительным коэффициентом

реактивности по пару. Температура питательной воды увеличилась. Как

перемещать органы регулирования для сохранения критичности?

- вводить в АЗ [20]

- выводить из АЗ [0]

- не передвигать [0]

=== 16 ===================================================

Давление в барабан-сепараторе понизилось. Как изменится температура

воды на входе в активную зону?

- увеличится [0]

- не изменится [0]

- понизится [40]

=== 17 ===================================================

При положительном паровом коэффициенте реактивности снижение расхода

питательной воды приводит к:

- росту мощности [20]

- снижению мощности [0]

- не влияет на реактивность [0]

6-ая неделя

=== 18 ===================================================

При разрыве водяной коммуникации до срабатывания системы аварийного

охлаждения реактора тепловыделяющие сборки:

- не охлаждаются [0]

- охлаждаются пароводяной смесью [100]

- охлаждаются водой [0]

=== 19 ===================================================

При изменении мощности реактора температура графитовой кладки:

- мгновенно отслеживает изменение мощности [0]

- практически не меняется [0]

- инерционно отслеживает изменение мощности [20]

=== 20 ===================================================

Увеличение температуры графитовой кладки для состояния реактора в

установившемся режиме перегрузок следующим образом влияет на величину

оперативного запаса реактивности:

- увеличивает [40]

- уменьшает [0]

- не изменяет [0]

=== 21 ===================================================

Коэффициент реактивности по температуре графитовой кладки:

- не зависит от глубины выгорания топлива [0]

- растет и становится положительным в

установившемся режиме перегрузок [0]

- уменьшается и становится отрицательным

в установившемся режиме перегрузок [50]

=== 22 ===================================================

При снижении мощности реактора в установившемся режиме пере-

грузок с целью сохранения оперативного запаса реактивности следует:

- понижать температуру графитовой кладки [0]

- поддерживать на прежнем уровне [30]

- не предпринимать никаких действий [0]

=== 23 ===================================================

Массовое паросодержание составляет X. При этом объемное

паросодержание Ф. Какое из соотношений справедливо?

- X > Ф [0]

- X = Ф [0]

- X < Ф [20]

=== 24 ===================================================

Распределение температуры графитовой кладки по высоте

активной зоны:

- совпадает с распределением поля энерговыделения [0]

- смещено вверх относительно профиля поля энерговыделения [60]

- совпадает с распределением поля тепловых нейтронов [0]

Вопросы коллоквиуму по курсу

Математические модели устройств

1. Уравнение теплопроводности. Закон Фурье. Граничные условия.

2. Распределение температур в твэле.

3. Нестационарное поле температур при скачке мощности.

4. Уравнения для температур основных элементов ячейки реактора в точечном приближении.

5. Распределение температуры воды, оболочки и сердечника твэл по высоте реактора с некипящим теплоносителем.

6. Распределение температуры воды, оболочки и сердечника твэл по высоте реактора с кипящим теплоносителем.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

2. 621.039 Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 Ф50 Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты : учебное пособие, Долгопрудный: Интеллект, 2014

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

-

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. ##Definition not found: 'static\_section\_edu\_stud'##

Самостоятельная работа

Домашнее задание по курсу

Математические модели устройств

Разработать математическое обеспечение для проведения теплогидравлического расчета

1. реактора типа ВВЭР

2. реактора типа РБМК

Исходные данные:

Алгоритм теплогидравлического расчета[1,2]

При выполнении работы должны быть получены следующие результаты

 программный модуль

 результат тестирования программы

 результаты расчета штатного режима работы реактора

 демонстрация возможностей созданного программного модуля (входной, выходной интерфейс, исследование распределения температур топлива, теплоносителя в зависимости от конструктивных и технологических параметров реактора)

Литература

1. Загребаев А.М. Курс лекций

2. Б.А. Дементьев Ядерные энергетические реакторы. М. Энергоатомиздат, 1990.

3. Загребаев А.М., Овсянникова Н.В Автоматизированная обучающая система по физике реакторов Учебное пособие. М.: Изд МИФИ 1999 — 134с.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Загребаев Андрей Маркоянович, д.ф.-м.н., профессор |  |