

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Димитровградский инженерно-технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель руководителя

_____ Т.И. Романовская
«__» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02.09 Научно-исследовательская работа

| | |
|---------------------------------------|--|
| Специальность подготовки | <i>14.05.01 ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И МАТЕРИАЛЫ</i> |
| Квалификация выпускника | <i>Инженер-физик</i> |
| Специализация | <i>Ядерные реакторы</i> |
| Форма обучения | <i>очная</i> |
| Выпускающая кафедра | <i>Ядерных реакторов и материалов</i> |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | <i>Ядерных реакторов и материалов</i> |

| Семестр | Трудоемкость час. (ЗЕТ) | Лекций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час. | Форма промежуточ- ного контроля (экз., час./зачет) |
|--------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|--------------|--|
| 9 | 72 (2) | 17 | 17 | | 38 | зачет |
| Итого | 72 | 17 | 17 | | 38 | |

Димитровград
2023 г

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели подготовить высококвалифицированного специалиста в области

Задачи: научить методам и способам расчета ядерного реактора, навыкам управления установкой

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина НИР относится к вариативной части блока Б1 профессионального модуля учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание нейтронно-физических свойств материалов, конструкции реакторов, основы физики реакторов,

умения проводить анализ данных о свойствах ядер и нейтронно-физических свойствах материалов, использовать расчетные пакеты прикладных программ

владение навыками работы на компьютере.

Таблица 2.1 - Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих общекультурные и профессиональные компетенции

| Код | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины | Последующие дисциплины (группы дисциплин) |
|------------------------------|---|---------------------------|---|
| Общекультурные компетенции | | | |
| ОК-7 | готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала | Философия | |
| Профессиональные компетенции | | | |
| ПСК-1.1 | способность проводить анализ данных о свойствах ядер для определения нейтронно-физических свойств материалов и их радиоактивности | Ядерная физика | Преддипломная практика, Итоговая государственная аттестация |
| ПСК-1.3 | способность использовать современные методы информационных технологий для обеспечения надежности и безопасности ядерных установок | Преддипломная практика | Итоговая государственная аттестация |
| ПСК-1.4 | способность использовать современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ | Преддипломная практика | Итоговая государственная аттестация |
| ПСК- | способность к выпол- | | |

| | | | |
|---------|--|--|-------------------------------------|
| 1.5 | нению работ по стандартизации и подготовке к сертификации компьютерных программных комплексов в области нейтронно-физического и теплогидравлического расчета ЯЭУ | | |
| ПСК-1.7 | способность проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет ядерных установок | Гидродинамика и теплообмен, Теория переноса нейтронов, Инженерные расчеты и проектирование ЯУ, Физическая теория реакторов, Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, безопасность и экономичность ЯЭУ, Динамика и безопасность ЯЭУ, Преддипломная практика | Итоговая государственная аттестация |
| ПСК-1.8 | способность применять современные экспериментальные методы измерений и обработки данных по ядерно-физическим и теплофизическим свойствам материалов; нейтронно-физических и теплогидравлических параметров ядерной установки | Физический практикум, Исследовательские реакторы, Методы и приборы физических измерений, Метрология, стандартизация и сертификация, Преддипломная практика | Итоговая государственная аттестация |
| ПСК-1.9 | способность выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации | Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, Динамика и безопасность ЯЭУ, надежность и безопасность ЯЭУ, Производственная практика, Преддипломная практика | Итоговая государственная аттестация |
| ПК-6 | способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования | Физика, Физический практикум, Атомная физика, Химия и химический практикум, Теоретическая механика, Экология, Квантовая механика и статистическая физика, Сопротивление материалов, Численные методы, Основы электротехники, Электротехника и электроника, Компьютерный практикум, Ядерная физика, Материаловедение: материалы ядерных установок, Исследовательские реакторы, Методы и приборы | Итоговая государственная аттестация |

| | | | |
|-------|--|--|-------------------------------------|
| | | физических измерений, Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, безопасность и экономичность ЯЭУ, Основы алгоритмических языков программирования, Асимптотические методы в физике, Динамика и безопасность ЯЭУ, Надежность и безопасность ЯЭУ, Методы проектирования, Преддипломная практика | |
| ПК-8 | способность анализировать и оценивать эффективность систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок | Правовое обеспечение безопасности ядерных материалов, Ядерные материалы: технологии и безопасность | |
| ПК-29 | способность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок | Основы электротехники, Электротехника и электроника, Исследовательские реакторы, Методы и приборы физических измерений, Физическая теория реакторов, Метрология, стандартизация и сертификация, Учебная практика, Преддипломная практика | Итоговая государственная аттестация |

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности).

Таблица 3.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

| Планируемые результаты освоения ОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина* | | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| Код компетенции | Содержание компетенции | |
| ПСК-1.1 | способность проводить анализ данных о свойствах ядер для определения нейтронно-физических свойств материалов и их радиоактивности | Знать: свойства ядер конструкционных материалов элементов реактора, нейтронно-физические свойства материалов Уметь: рассчитывать нейтронно-физические характеристики реактора Владеть: методами и способами расчета физических характеристик реактора |
| ПСК-1.3 | способность использовать современные методы информационных технологий для обеспечения надежности и безопасности ядерных | Знать: способы и средства поиска информации, в том числе в интернете Уметь: применять программные средства, предназначенные для обеспечения безопасной эксплуатации ядерных установок |

| | | |
|---------|--|--|
| | установок | Владеть: навыками работы на компьютере на уровне пользователя |
| ПСК-1.4 | способность использовать современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ | Знать: численные методы, применяемые при расчете реакторных установок, Уметь: применять на практике численные методы Владеть: базовой информацией о расчетных пакетах программ |
| ПСК-1.5 | способность к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации компьютерных программных комплексов в области нейтронно-физического и теплогидравлического расчета ЯЭУ | Знать: понятия и определения стандартизации и сертификации, основные виды технической и технологической документации, стандарты оформления документов Уметь: применять требования нормативных документов Владеть: практическими навыками оформления технической документации |
| ПСК-1.7 | способность проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет ядерных установок | Знать: физические, теплотехнические, конструктивные характеристики реактора Уметь: проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет Владеть: методами и способами расчета |
| ПСК-1.8 | способность применять современные экспериментальные методы измерений и обработки данных по ядерно-физическим и теплофизическим свойствам материалов; нейтронно-физических и теплогидравлических параметров ядерной установки | Знать: ядерно-физические и теплофизические свойства материалов, нейтронно-физические и теплогидравлические параметры ядерной установки Уметь: проводить измерения и обрабатывать данные, оценивать погрешность измерений. Владеть: методиками измерений и обработки экспериментальных данных |
| ПСК-1.9 | способность выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации | Знать: параметры, характеристики и условия, влияющие на безопасную работу ядерной установки, систему барьеров и их защиту, основные нормативные документы, устанавливающие критерии безопасности. Уметь: проводить анализ параметров при эксплуатации установки Владеть: методами анализа и оценки риска при эксплуатации ядерных установок. |
| ПК-6 | способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования | Знать: методики планирования и проведения научного эксперимента Уметь: применять эти методики на практике Владеть: методами обработки экспериментальных данных |
| ПК-8 | способность анализировать и оценивать эффективность | Знать: правила учета и контроля при хранении и обращении с радиоактивными мате- |

| | | |
|-------|--|--|
| | систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок | риалами, применяемые системы безопасности на реакторных установках Уметь: проводить анализ эффективности систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок, Владеть: методами оценки эффективности систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок |
| ПК-29 | способность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок | Знать: основные параметры установки, конструктив, основы физики реакторов Уметь: управлять реакторной установкой на тренажере Владеть: основными навыками управления ядерной установки |

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕТ), 104 академических часов.

Таблица 4.1

Объем дисциплины по видам учебных занятий (в соответствии с учебным планом)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад. часов) | Семестр* | | | |
|--|--------------------------------------|----------|-------|-------|--|
| | | 8 | 9 | 10 | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 104 | 34 | 36 | 34 | |
| Контактная работа с преподавателем: | | | | | |
| занятия лекционного типа | 36 | 16 | 16 | 4 | |
| занятия семинарского типа | | | | | |
| в том числе: семинары | | | | | |
| практические занятия | 68 | 18 | 20 | 30 | |
| практикумы | | | | | |
| лабораторные работы | | | | | |
| другие виды контактной работы | | | | | |
| в том числе: курсовое проектирование | | | | | |
| групповые консультации | | | | | |
| индивидуальные консультации | | | | | |
| иные виды внеаудиторной контактной работы | | | | | |
| Самостоятельная работа обучающихся**: | | | | | |
| изучение теоретического курса | | | | | |
| расчетно-графические задания, задачи | 112 | 38 | 36 | 38 | |
| реферат, эссе | | | | | |
| курсовое проектирование | | | | | |
| Вид промежуточной аттестации (зачет****, экзамен) | | зачет | зачет | зачет | |

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 4.2

| № модуля образовательной программы* | № раздела | Наименование раздела дисциплины | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, акад. часы | | | | | Формируемые компетенции |
|-------------------------------------|-----------|--|---|----------------------|---------------------|------------------------|-------------|-------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов | |
| 1 | | Расчет реактора типа ВВЭР | 16 | 18 | | | 34 | |
| 2 | | Расчет графитового реактора с водяным охлаждением | 16 | 20 | | | 36 | |
| 3 | | Занятия на функционально-аналитическом тренажере ВК-50 | 4 | 30 | | | 34 | |
| ИТОГО: | | | 36 | 68 | | | 104 | |

*указывается номер в случае, если есть модульный принцип построения дисциплин учебного плана

4.2 Содержание дисциплины

Удельный вес проводимых в активных и интерактивных формах проведения аудиторных занятий по дисциплине составляет 50 %.

Лекционный курс

Таблица 4.3

| № лекции | Номер раздела | Тема лекции и перечень дидактических единиц* | Трудоемкость, акад. часов | |
|----------|---------------|--|---------------------------|---|
| | | | всего | в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий |
| | | Реактор типа ВВЭР | | |
| 1 | | Тепловой расчет реактора | 2 | |
| 2 | | Расчет физических характеристик реактора | 4 | |
| 3 | | Расчет коэффициента размножения реактора, расчет эквивалентных добавок | 4 | |
| 4 | | Расчет изотопного состава | 4 | |
| 5 | | Расчет системы регулирования | 2 | |
| | | | | |
| | | Графитовый энергетический реактор с водяным охлаждением | | |
| 1 | | Тепловой расчет реактора | 2 | |
| 2 | | Расчет физических характеристик реактора | 6 | |
| 3 | | Расчет коэффициента размножения бесконечной среды, эффективного коэффициента размножения | 4 | |
| 4 | | Расчет эквивалентных добавок | 4 | |
| | | | | |
| | | Реакторная установка ВК-50 | | |
| 1 | | Характеристики установки ВК-50, ознакомление с работой | 4 | 4 |

| | | | | |
|--------|--|--|----|--|
| | | установки на функционально-аналитическом тренажере ВК-50 | | |
| Итого: | | | 36 | |

Практические занятия

Таблица 4.4

| № занятия | Номер раздела | Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц | Трудоемкость, акад. часов | |
|-----------|---------------|---|---------------------------|---|
| | | | всего | в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий |
| | | Расчет реактора типа ВВЭР | | |
| 1 | | Тепловой расчет | 2 | 2 |
| 2 | | Расчет физических характеристик | 4 | 4 |
| 3 | | Расчет коэффициента размножения бесконечной среды и эффективного коэффициента размножения | 4 | 4 |
| 4 | | Расчет эквивалентных добавок | 2 | 4 |
| 5 | | Расчет изотопного состава на конец кампании и количества регулирующих стержней | 4 | 4 |
| | | Тепловой расчет графитового энергетического реактора с водяным охлаждением | | |
| 1 | | Тепловой расчет | 2 | 2 |
| 2 | | Расчет физических характеристик | 6 | 6 |
| 3 | | Расчет коэффициента размножения бесконечной среды и эффективного коэффициента размножения | 4 | 4 |
| 4 | | Расчет эквивалентных добавок | 4 | 4 |
| 5 | | Расчет изотопного состава на конец кампании и количества регулирующих стержней | 4 | 4 |
| | | Решение учебных и исследовательских задач на тренажере ИЯУ ВК-50 | | |
| 1 | | Подъем мощности с определенного уровня до заданного значения | 8 | 8 |
| 2 | | Снижение мощности с определенного уровня до заданного значения | 8 | 8 |
| 3 | | Влияние возмущений по расходам питательной воды на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе. | 4 | 4 |

| | | | | |
|--------|--|---|-----------|-----------|
| | | Увеличение расхода питательной воды в реактор на 25%, 40%, 50% в 2-х режимах: с помощью насосов и с помощью регулирующей арматуры | | |
| 4 | | Влияние возмущений по расходам питательной воды на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе. Уменьшение расхода питательной воды в реактор на 25%, 40%, 50% в 2-х режимах: с помощью насосов и с помощью регулирующей арматуры | 4 | 4 |
| 5 | | Влияние возмущений по расходам пара на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе. На заданном уровне мощности увеличить расход пара из реактора на 25%, 50% , открытием всех паровых клапанов | 4 | 4 |
| 6 | | Влияние возмущений по расходам пара на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе. На заданном уровне мощности уменьшить расход пара из реактора на 10%, 50 % | 4 | 4 |
| Итого: | | | 68 | 68 |

Самостоятельная работа студента

Таблица 4.6

| Раздел дисциплины | № п/п | Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц | Трудоемкость, часов |
|-------------------|-------|---|---------------------|
| 1 | | Выполнение типового расчета и оформление отчетов | 38 |
| 2 | | Выполнение типового расчета и оформление отчетов | 36 |
| 3 | | Построение графиков и оформление отчетов | 38 |
| ИТОГО: | | | 112 |

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебный процесс организован в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы студентов.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором по дисциплине в форме:

- практических занятий;
- устные опросы;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) –своевременная сдача промежуточных расчетов, отчетов по практическим занятиям.

Итоговый контроль по результатам семестров по дисциплине проходит в форме зачета в устной форме.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, перечислены в Приложении.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

| № п/п | Автор | Название | Место издания | Наименование издательства | Год издания | Количество экземпляров |
|----------------------------|---|---|---------------|---------------------------|-------------|------------------------|
| Основная литература | | | | | | |
| 1 | Вейнберг А., Вигнер Е. | Физическая теория ядерных реакторов | Москва | Изд-во иностр. лит. | 1961 | |
| 2 | Гордеев И.В., Кардашев Д.А., Малышев А.В. | Справочник по ядерно-физическим константам для расчетов реакторов | Москва | Атомиздат | 1960 | |
| 3 | Глеестон С., Эдлунд М. | Основы теории ядерных реакторов | Москва | Изд-во иностр. лит. | 1954 | |
| 4 | Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. | Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов | Москва | Гостехтеориздат. | 1957 | |
| 5 | Галанин А.Д. | Теория ядерных реакторов на тепловых нейтронах | Москва | Атомиздат | 1959 | |
| 6 | Марчук Г.И. | Методы расчета ядерных реакторов | Москва | Госатомиздат | 1961 | |
| 7 | Марчук Г.И. | Численные методы расчета ядерных реакторов | Москва | Атомиздат | 1958 | |
| 8 | Крамеров А.Я., Шевелев Я.В. | Инженерные расчеты ядерных реакторов | Москва | Энергоатомиздат | 1984 | |

| | | | | | | |
|----------------------------------|--|---|-----------|---------------------|------|----------------|
| 9 | Ривкин С.Л. Александров А.А. | Термодинамические свойства воды и водяного пара | Москва | Энергоатомиздат | 1984 | в электр. виде |
| 10 | Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. | Справочник по теплогидравлическим расчетам | Москва | Энергоатомиздат | 1990 | в электр. виде |
| Дополнительная литература | | | | | | |
| 1 | Кап Ф. | Физика и техника ядерных реакторов. | Москва | Изд-во иностр. лит. | 1960 | |
| 2 | Кахан Т., Гоци М. | Физика и расчет ядерных реакторов. | Москва | Атомиздат | 1960 | |
| 3 | Алешин В.С., Саркисов А.А. | Энергетические ядерные реакторы | Ленинград | Судпромгиз | 1961 | |
| 4 | Мегреблиан Р., Холмс Д. | Теория реакторов | Москва | Госатомиздат | 1962 | |

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Приводятся ссылки на Интернет-ресурсы,

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер)

2. Практические занятия (семинарского типа):

- компьютерный класс,
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер)
- офисные программы Microsoft Word, Microsoft Excel
- пакеты расчетных прикладных программ MATLAB, MATCAD

9 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр 8

| Информация о контр. точках | Текущий контроль(≤ 25) (ТК) | | | | | | | Промежуточный контроль (≤ 30) (ПК) | | Форма итогового контроля |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|-----------------|--------------------------|
| | ТК ₁ | ТК ₂ | ТК ₃ | ТК ₄ | ТК ₅ | ТК ₆ | ТК ₇ | ПК ₁ | ПК ₂ | |
| форма контроля | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | Тест | Тест | Зачет |
| неделя сдачи | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 8 | 16 | |
| макс. балл | 5 | 6 | 4 | 5 | 2 | 6 | 2 | 15 | 15 | 40 |

Семестр 9, А

| Информация о контр. точках | Текущий контроль(≤ 25) (ТК) | | | | | | | Промежуточный контроль (≤ 30) (ПК) | | Форма итогового контроля |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|-----------------|--------------------------|
| | ТК ₁ | ТК ₂ | ТК ₃ | ТК ₄ | ТК ₅ | ТК ₆ | ТК ₇ | ПК ₁ | ПК ₂ | |
| форма контроля | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | Тест | Тест | Экзамен |
| неделя сдачи | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 8 | 16 | |
| макс. балл | 5 | 6 | 4 | 5 | 2 | 6 | 2 | 15 | 15 | 40 |

Баллы назначаются за посещение лекционных и практических занятий, а также оценивается процент выполнения расчетной работы

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учебный год

УТВЕРЖДАЮ

Декан _____ факультета

(в состав которого входит кафедра-составитель)

« ____ » _____ 20__ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Декан

наименование факультета, где производится обучение, личная подпись расшифровка подписи дата

Начальник УМУ

личная подпись расшифровка подписи дата

Аннотация рабочей программы

Дисциплина _____ НИР _____ является частью профессионального модуля дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 14.05.01. Дисциплина реализуется на Физико-техническом факультете ДИТИ НИЯУ МИФИ кафедрой «Ядерные реакторы и материалы.»

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций (ОК–7), профессиональных компетенций (ПСК-1.1, ПСК-1.3, ПСК-1.4, ПСК-1.5, ПСК-1.7, ПСК-1.8, ПСК-1.9, ПК-6, ПК-8, ПК-29) выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетами ядерных реакторов, анализом и исследованиями переходных процессов в реакторе и эксплуатацией ядерных установок.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме практических занятий, итоговый контроль в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 зачетных единиц, 104 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36), практические (68) и (112) самостоятельной работы студента.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|-----------------------|---|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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 удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: единицы измерения физических величин, векторный характер физических величин и переход к скалярному виду и тому подобное. |
| Практические занятия | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом пособия, подготовленного лектором. Просмотр видеозаписей в Интернете по заданной теме, решение дополнительных задач, освоение алгоритма решения задач и тому подобное. |
| Домашние задания | Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др. |
| Лабораторная работа | Методические указания по выполнению лабораторных работ доступные для студентов на кафедре. |
| Подготовка к экзамену | При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и тому подобное. |

Фонд оценочных средств дисциплины

Практические работы

8 семестр

Практическая работа №1

Тепловой расчет (реактор типа ВВЭР).

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: научиться проводить тепловой расчет реактора на тепловых нейтронах.

Содержание работы:

1. Задание значений мощности, давления, выбор параметров тепловыделяющих элементов, шага треугольной решетки твэлов, параметров теплоносителя, максимального теплового потока с твэлов
2. Выполнение теплового расчета, в результате которого получают размеры активной зоны реактора (диаметр и высоту) и количество рабочих ячеек в активной зоне.

Практическая работа №2

Расчет физических характеристик (реактор типа ВВЭР).

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать физические характеристики реактора и температуру нейтронного газа.

Содержание работы:

1. Вычисление ядерных концентраций веществ, входящих в состав активной зоны.
2. Вычисление температуры нейтронного газа и усредненных по спектру Максвелла микроскопических сечений.
3. Расчет макроскопических сечений, коэффициента диффузии, квадрата длины диффузии, квадрата длины замедления.

Практическая работа №3

Расчет коэффициента размножения бесконечной среды и эффективного коэффициента размножения (реактор типа ВВЭР)

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать коэффициент размножения бесконечной среды и эффективный коэффициент размножения

Содержание работы:

1. Вычисление коэффициентов в формуле 4-х сомножителей: коэффициента использования тепловых нейтронов, среднее число вторичных быстрых нейтронов, рождающихся в результате захвата одного нейтрона в U^{235} или Pu^{239} , коэффициента, учитывающего добавочное умножение количества быстрых нейтронов в результате деления ядер U^{238} (или Th^{232}) под действием быстрых нейтронов; вероятность избежать резонансного захвата.
2. Вычисление k_{∞} и $k_{эфф}$.

Практическая работа №4

Расчет эквивалентных добавок (реактор типа ВВЭР)

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать реакторы с учетом отражателя

Содержание работы:

1. Вычисление эквивалентных добавок и уточнение размеров активной зоны реактора.
2. Уточнение $k_{эфф}$.

Практическая работа №5

Расчет изотопного состава на конец кампании и количества регулирующих стержней (реактор типа ВВЭР)

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать изменение изотопного состава и количество регулирующих стержней.

Содержание работы:

1. Вычисление изотопного состава на конец кампании.
2. Вычисление коэффициента воспроизводства.
3. Вычисление k_{∞} и $k_{эфф}$ на конец кампании.
4. Расчет количества регулирующих стержней.

9 семестр

Практическая работа №1

Тепловой расчет графитового энергетического реактора с водяным охлаждением

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: научиться проводить тепловой расчет графитового энергетического реактора.

Содержание работы:

1. Задание значений мощности, давления, выбор параметров тепловыделяющих элементов, шага треугольной решетки ТВЭЛОВ, параметров теплоносителя, максимального теплового потока с ТВЭЛОВ
2. Выполнение теплового расчета, в результате которого получают размеры активной зоны реактора (диаметр и высоту) и количество рабочих ячеек в активной зоне.

Практическая работа №2

Расчет физических характеристик графитового энергетического реактора.

Продолжительность работы: 6 часов.

Цель работы: научиться рассчитывать физические характеристики реактора и температуру нейтронного газа.

Содержание работы:

4. Вычисление ядерных концентраций веществ, входящих в состав активной зоны.
5. Вычисление температуры нейтронного газа и усредненных по спектру Максвелла микроскопических сечений.
6. Расчет макроскопических сечений, коэффициента диффузии, квадрата длины диффузии, квадрата длины замедления.

Практическая работа №3

Расчет коэффициента размножения бесконечной среды и эффективного коэффициента размножения графитового энергетического реактора.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать коэффициент размножения бесконечной среды и эффективный коэффициент размножения

Содержание работы:

3. Вычисление коэффициентов в формуле 4-х сомножителей: коэффициента использования тепловых нейтронов, среднее число вторичных быстрых нейтронов, рождающихся в результате захвата одного нейтрона в U^{235} или Pu^{239} , коэффициента, учитывающего добавочное умножение количества быстрых нейтронов в результате деления ядер U^{238} (или Th^{232}) под действием быстрых нейтронов; вероятность избежать резонансного захвата.
4. Вычисление k_{∞} и $k_{эфф}$.

Практическая работа №4

Расчет эквивалентных добавок в графитовом энергетическом реакторе.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать реактор с учетом отражателя

Содержание работы:

3. Вычисление эквивалентных добавок и уточнение размеров активной зоны реактора.
4. Уточнение $k_{эфф}$.

Практическая работа №5

Расчет изотопного состава и количества регулирующих стержней.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать изменение изотопного состава на конец кампании и количество регулирующих стержней.

Содержание работы:

5. Вычисление изотопного состава на конец кампании.
6. Вычисление коэффициента воспроизводства.
7. Вычисление k_{∞} и $k_{эфф}$ на конец кампании.
8. Расчет количества регулирующих стержней.

Подъем мощности с исходного состояния до заданного значения.

Продолжительность работы: 8 часов.

Цель работы: приобрести первичные навыки управления реактором, достичь понимания происходящих процессов в реакторе.

Содержание работы:

1. С помощью компенсирующих стержней, регулируя расходы питательной воды и пара поднять мощность реактора до заданного значения.

Практическая работа №3,4

Снижение мощности с исходного состояния до заданного значения.

Продолжительность работы: 8 часов.

Цель работы: приобрести первичные навыки управления реактором, достичь понимания происходящих процессов в реакторе.

Содержание работы:

1. С помощью компенсирующих стержней, регулируя расходы питательной воды и пара снизить мощность реактора до заданного значения.

Практическая работа №5

Влияние возмущений по расходам питательной воды на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе .

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться проводить анализ переходных режимов в реакторе.

Содержание работы:

1. На заданном уровне мощности увеличить расход питательной воды на 25%, 40%, 50% в 2-х режимах: с помощью насосов и с помощью регулирующей арматуры.
2. Построить графики, дать пояснения.

Практическая работа №6

Влияние возмущений по расходам питательной воды на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться проводить анализ переходных режимов в реакторе.

Содержание работы:

1. На заданном уровне мощности уменьшить расход питательной воды на 25%, 40%, 50% в 2-х режимах: с помощью насосов и с помощью регулирующей арматуры.
2. Построить графики, дать пояснения.

Практическая работа №7

Влияние возмущений по расходам пара на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться проводить анализ переходных режимов в реакторе.

Содержание работы:

1. На заданном уровне мощности увеличить расход пара из реактора на 25%, 50% , открытием всех паровых клапанов
2. Построить графики, дать пояснения.

Практическая работа №8

Влияние возмущений по расходам пара на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе.

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: научиться проводить анализ переходных режимов в реакторе.

Содержание работы:

1. На заданном уровне мощности уменьшить расход пара из реактора на 10%, 50% .
2. Построить графики, дать пояснения.

Критерии оценивания и шкала оценки

(максимальное количество баллов – 4 б.):

4 балла - правильно произведены расчеты, сделаны соответствующие выводы, составленный отчет о работе соответствует методическим рекомендациям; правильные и полные ответы на вопросы преподавателя.

3 балла – правильно произведены расчеты, сделаны соответствующие выводы, имеются незначительные замечания в отчете о работе и ответам на вопросы преподавателя.

2 балла - имеются замечания по выполнению работы, составлению отчета и ответам на вопросы преподавателя.

1 балл - имеются существенные замечания по выполнению работы, составлению отчета и ответам на вопросы преподавателя.

0 баллов - задание не выполнено по причине отсутствия знаний студента по теме

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 часов, из них 104 часов аудиторных занятий и 112 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

| 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 практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: микроскопические и макроскопические сечения, нейтронно-физические свойства сред, реактивность, коэффициенты реактивности. |
| Практические занятия | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Работа с конспектом лекций, с основной и дополнительной литературой. Решение расчетных задач по алгоритму. |
| Подготовка к зачету | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу. |

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим занятиям.

Работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении практических работ по разделу 3 «Решение учебных и исследовательских задач на тренажере ИЯУ ВК-50».

II. Виды и содержание учебных занятий

Раздел 1. Расчет реактора типа ВВЭР

Теоретические занятия (лекции) - 16 часов.

Лекции 1-5 - информационного типа. Сначала в форме «вопрос-ответ» студентам предлагается вспомнить основные понятия по теме лекции, затем даются определения и понятия новых терминов и алгоритм расчета.

Практические занятия – 18 часов.

Занятие 1-10. Решение задач по алгоритму. Подбор исходных данных для расчета, непосредственно сам расчет, анализ полученных результатов..

Управление самостоятельной работой студента.

Консультации при выполнении расчетов и оформлении отчетов.

Раздел 2. Расчет графитового реактора с водяным охлаждением

Теоретические занятия (лекции) - 16 часов.

Лекции 6-9 - информационного типа. Сначала в форме «вопрос-ответ» студентам предлагается вспомнить основные понятия по теме лекции, затем даются определения и понятия новых терминов и алгоритм расчета.

Практические занятия – 20 часов.

Занятие 6-10. Решение задач по алгоритму. Подбор исходных данных для расчета, непосредственно сам расчет, анализ полученных результатов.

Управление самостоятельной работой студента.

Консультации при выполнении расчетов и оформлении отчетов.

Раздел 3. Решение учебных и исследовательских задач на тренажере РУ ВК-50

Теоретические занятия (лекции) - 4 часа.

Лекция 10 - информационного типа. Дается описание и характеристики реакторной установки ВК-50, конструкция активной зоны. Затем происходит ознакомление с системами установки, их классификацией на тренажере. Обучение работе на тренажере, способам управления реактором.

Практические занятия – 30 часов.

Занятие 11. Решение учебных и исследовательских задач на функционально-аналитическом тренажере, Отрабатываются вопросы: понимание и способность анализиро-

вать происходящие процессы в реакторе в переходных режимах, освоение основных приемов управления реактором.

Управление самостоятельной работой студента.

Консультации при оформлении отчетов.