

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  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 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<br>час. (ЗЕТ) | Лекций,<br>час. | Практич.<br>занятий,<br>час. | Лаборат.<br>работ,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточ-<br>ного контроля<br>(экз., час./зачет) |
|--------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|--------------|--|
| 9            | 72 (2)                     | 17              | 17                           |                            | 38           | зачет  |
| <b>Итого</b> | <b>72</b>                  | <b>17</b>       | <b>17</b>                    |                            | <b>38</b>    |  |

Димитровград  
2022 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<br>Уметь: рассчитывать нейтронно-физические характеристики реактора<br>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<br>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,<br>Уметь: применять на практике численные методы<br>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<br>Уметь: применять требования нормативных документов<br>Владеть: практическими навыками оформления технической документации   |
| ПСК-1.7 | способность проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет ядерных установок  | Знать: физические, теплотехнические, конструктивные характеристики реактора<br>Уметь: проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет<br>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<br>Уметь: проводить измерения и обрабатывать данные, оценивать погрешность измерений.<br>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.<br>Уметь: проводить анализ параметров при эксплуатации установки<br>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<br>Уметь: применять эти методики на практике<br>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<br>Уметь: проводить анализ эффективности систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок,<br>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<br>Уметь: управлять реакторной установкой на тренажере<br>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

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

| Вид учебной работы                                       | Всего, зачетных единиц (акад. часов) | Семестр* |       |       |  |
|--|--------------------------------------|----------|-------|-------|--|
|  |                                      | 8        | 9     | 10    |  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                     | 104                                  | 34       | 36    | 34    |  |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>               |                                      |          |       |       |  |
| 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                |                                      |          |       |       |  |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся**:</b>             |                                      |          |       |       |  |
| изучение теоретического курса                            |                                      |          |       |       |  |
| расчетно-графические задания, задачи                     | 112                                  | 38       | 36    | 38    |  |
| реферат, эссе  |                                      |          |       |       |  |
| курсовое проектирование                                  |                                      |          |       |       |  |
| <b>Вид промежуточной аттестации (зачет****, экзамен)</b> |                                      | 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: |  |   | <b>68</b> | <b>68</b> |

### 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

| N<br>п/<br>п               | Автор   | Название  | Место издания | Наименование<br>изда-<br>тельства | Год издания | Количество<br>экземпляров |
|----------------------------|---|---|---------------|-----------------------------------|-------------|---------------------------|
| <b>Основная литература</b> |   |   |               |                                   |             |                           |
| 1                          | Вейнберг А.,<br>Вигнер Е.                       | Физическая<br>теория ядерных<br>реакторов   | Москва        | Изд-во ино-<br>стр. лит.          | 1961        |                           |
| 2                          | Гордеев И.В.,<br>Кардашев Д.А.,<br>Малышев А.В. | Справочник по<br>ядерно-<br>физическим<br>константам для<br>расчетов реак-<br>торов | Москва        | Атомиздат                         | 1960        |                           |
| 3                          | Глеестон С.,<br>Эдлунд М.                       | Основы теории<br>ядерных реак-<br>торов   | Москва        | Изд-во ино-<br>стр. лит.          | 1954        |                           |
| 4                          | Бронштейн<br>И.Н., Семендя-<br>ев К.А.          | Справочник по<br>математике для<br>инженеров и<br>учащихся вту-<br>зов              | Москва        | Гостехтеор<br>издат.              | 1957        |                           |
| 5                          | Галанин А.Д.                                    | Теория ядер-<br>ных реакторов<br>на тепловых<br>нейтронах                           | Москва        | Атомиздат                         | 1959        |                           |
| 6                          | Марчук Г.И.                                     | Методы расчета<br>ядерных реак-<br>торов  | Москва        | Госатом-<br>издат                 | 1961        |                           |
| 7                          | Марчук Г.И.                                     | Численные ме-<br>тоды расчета<br>ядерных реак-<br>торов                             | Москва        | Атомиздат                         | 1958        |                           |
| 8                          | Крамеров А.Я,<br>Шевелев Я.В                    | Инженерные<br>расчеты ядер-<br>ных реакторов  | Москва        | Энергоатом-<br>издат              | 1984        |                           |

|                                  |  |   |           |                     |      |                |
|----------------------------------|--|---|-----------|---------------------|------|----------------|
| 9                                | Ривкин С.Л.<br>Александров А.А.              | Термодинамические свойства воды и водяного пара | Москва    | Энергоатомиздат     | 1984 | в электр. виде |
| 10                               | Кириллов П.Л.,<br>Юрьев Ю.С.,<br>Бобков В.П. | Справочник по теплогидравлическим расчетам      | Москва    | Энергоатомиздат     | 1990 | в электр. виде |
| <b>Дополнительная литература</b> |  |   |           |                     |      |                |
| 1                                | Кап Ф.                                       | Физика и техника ядерных реакторов.             | Москва    | Изд-во иностр. лит. | 1960 |                |
| 2                                | Кахан Т., Гози М.                            | Физика и расчет ядерных реакторов.              | Москва    | Атомиздат           | 1960 |                |
| 3                                | Алешин В.С.,<br>Саркисов А.А.                | Энергетические ядерные реакторы                 | Ленинград | Судпромгиз          | 1961 |                |
| 4                                | Мегреблиан Р.,<br>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( $\leq 25$ ) (ТК) |                 |                 |                 |                 |                 |                 | Промежуточный контроль ( $\leq 30$ ) (ПК) |                 | Форма итогового контроля |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|-----------------|--------------------------|
|                            | ТК <sub>1</sub>                    | ТК <sub>2</sub> | ТК <sub>3</sub> | ТК <sub>4</sub> | ТК <sub>5</sub> | ТК <sub>6</sub> | ТК <sub>7</sub> | ПК <sub>1</sub>                           | ПК <sub>2</sub> |                          |
| 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( $\leq 25$ ) (ТК) |                 |                 |                 |                 |                 |                 | Промежуточный контроль ( $\leq 30$ ) (ПК) |                 | Форма итогового контроля |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|-----------------|--------------------------|
|                            | ТК <sub>1</sub>                    | ТК <sub>2</sub> | ТК <sub>3</sub> | ТК <sub>4</sub> | ТК <sub>5</sub> | ТК <sub>6</sub> | ТК <sub>7</sub> | ПК <sub>1</sub>                           | ПК <sub>2</sub> |                          |
| 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  $k_{\infty}$  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  $k_{\infty}$  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  $k_{\infty}$  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  $k_{\infty}$  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; 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 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.