|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  федеральное государственное АВТОНОМНОЕ образовательное учреждение высшего профессионального образования  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» |
| **Димитровградский инженерно-технологический институт –**  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  **(ДИТИ НИЯУ МИФИ)** |

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.В. Ужва

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ДИТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.А.Саган

**Программа вступительного испытания**

по направлению подготовки аспирантов

**14.06.01**

**« Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика   
и сопутствующие технологии»**

Форма обучения

**Очная, заочная**

**Димитровград 2016**

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

**Форма проведения испытания:**

Вступительное испытание по направлению подготовки аспирантов «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии» проводится в виде собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

**Структура испытания:**

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы.

**Критерии оценки результатов испытания:**

Оценка «отлично» ставится при следующем условии:

даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией;

Оценка «хорошо» ставится при следующих условиях:

1. даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией;
2. ответы на вопросы даются полно, но логическая последовательность не всегда соблюдается.

Оценка «удовлетворительно» ставится при следующих условиях:

1. даны в основном правильные ответы на вопросы, поставленные

экзаменационной комиссией;

1. ответы на вопросы даются в основном полно, но при слабом логическом оформлении высказываний.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».

Решения экзаменационной комиссии принимаются большинством голосов.

**Программа вступительного испытания**

**Направление: 14.06.01**

**«Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика**

**и сопутствующие технологии»**

**Профиль (направленность):** Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

**I. Общие вопросы применения ядерной энергии**

1. Ядерная энергетика в энергетическом балансе.
2. Перспективы развития ядерной энергетики.
3. Топливный цикл ядерной энергетики.
4. Технологии и предприятия ядерного топливного цикла.
5. Экологическая и радиационная безопасность.
6. Проблема нераспространения ядерных материалов.
7. Технические аспекты проблемы нераспространения ядерных материалов.
8. Экономические аспекты использования ядерной энергии.
9. Снятие АЭС с эксплуатации.
10. Экономические последствия тяжелых аварий.

**Литература**

1. Шевелев Я.В., Клименко А.В. Эффективная экономика ядерного топливно-энергетического комплекса. М.: Изд-во РГТУ, 1996.
2. Иванов В.А Эксплуатация атомных электростанций. СПб., 1994.
3. Наумов, В.И. Физические основы безопасности ядерных реакторов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Наумов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2013.

**II. Основы проектирования и конструирования ядерных энергетических установок**

1. Основы ядерной и нейтронной физики. Состав и характеристики ядер. Закон и характеристики радиоактивного распада. Ядерные реакции и их особенности.
2. Нейтронный цикл в ядерном реакторе. Эффективный коэффициент размножения нейтронов. Условия критичности. Закономерности формирования пространственно-энергетического распределения нейтронов и удельного выделения энергии.
3. Кинетика реактора. Роль запаздывающих нейтронов. Критическое и подкритическое состояние реактора. Динамические характеристики, обратные связи, устойчивость и способы регулирования реактора.
4. Источники и методы регистрации нейтронов, экспериментальные методы измерения сечений нейтронных реакций, размножающих свойств среды и нуклидного состава топлива.
5. Эффекты реактивности. Выгорание и воспроизводство ядерного топлива. Топливные циклы. Перегрузки топлива. Ядерная безопасность.
6. Источники ионизирующих излучений в ядерных энергетических установках. Система теплоносителя как источник излучений. Закономерности ослабления ионизирующих излучений в веществе. Тепловые и гидравлические процессы в ядерных энергетических установках. Теплогидравлический расчет активных зон, охлаждаемых однофазным, двухфазным водным, жидкометаллическим, газовым теплоносителем. Кризис теплообмена. Запасы до кризиса. Максимальные температуры оболочки и топлива. Нестационарные процессы в переходных режимах. Термогидравлика основных проектных аварий.
7. Циклы паротурбинных и газотурбинных установок. Энергетический баланс и КПД ядерных энергетических установок.
8. Прочность оборудования и трубопроводов ядерных энергетических установок. Виды прочности. Устойчивость.Испытания натурного оборудования и модельных образцов.
9. Контроль, управление и защита ядерных энергетических установок. Системы контроля нейтронно-физических и теплотехнических параметров. Безопасность и проблема управления. Защиты по уровню мощности и разгону. Управляющие системы нормальной эксплуатации и безопасности
10. Основные принципы и критерии обеспечения безопасности. Нормативно-регулирующие документы. Принципы защиты в глубину. Уровни глубоко эшелонированной защиты. Фундаментальные функции безопасности. Принцип единичного отказа. Критерии и условия обеспечения безопасной эксплуатации.
11. Физические принципы реакторов с естественной безопасностью.
12. Анализ аварий. Проектные и запроектные аварии. Анализ надежности систем безопасности. Модели систем безопасности. Управление аварией. Вероятностный анализ. Сценарии аварий на АЭС с реакторами ВВЭР, БН, РБМК.

**Литература**

1. Ганев И.Х. Физика и расчет реактора. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1992.
2. Кириллов П.Н., Богословский Г.П. Теплообмен в ядерных энергетических установках. М.: Энергоатомиздат, 2000.
3. Ганчев Б.Г., Калишевский Л.Л., Демешев Р.С. Ядерные энергетические установки. М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Самойлов А.Г., Волков В.С., Солонин В.И. Тепловыделяющие элементы ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1996.
5. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. Учебник для вузов. М.: Атомная техника, 1994.
6. Титов В.Ф., Рассохин Н.Г.. Федоров В.Г. Парогенераторы атомных электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1992.
7. Иванов В.А Эксплуатация атомных электростанций. СПб., 1994.
8. Баранник, А.А. Лекции по курсу "Теория переноса нейтрона" [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А. А. Баранник. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012.
9. http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Barannik\_Lekcii\_po\_kursu\_Teoriya\_perenosa\_nejtronov\_2012.pdf
10. Крючков, Э.Ф. Теория переноса нейтронов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Э. Ф. Крючков, Л. Н. Юрова. - Москва : МИФИ, 2007.
11. <http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Krjuchkov_Teoriya_perenosa_nejtronov_2007&page=1&Z21ID=1163I4I0EIHP2M4T2D411>
12. Наумов, В.И. Физические основы безопасности ядерных реакторов[Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Наумов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2013.

**III. Ядерные энергетические установки**

1. Атомные станции. Типы атомных станций. Основные компоненты и системы энергоблоков АЭС. Судовые и космические ядерные энергетические установки. Передвижные и блочно-транспортабельные ядерные энергетические установки. Радионуклидные генераторы. Термоядерные реакторы. Гибридные системы синтеза – деления. Классификация ядерных реакторов.
2. Теплоносители ядерных реакторов. Требования, особенности применения.
3. Материалы в реакторостроении. Условия работы и критерии выбора. Теплоустойчивые стали, коррозионно-стойкие стали, циркониевые сплавы, нержавеющие стали, никилевые сплавы, сплавы на основе титана, высокотемпературные сплавы, графит, керамические материалы. Материалы органов управления реактивностью. Материалы замедлителей и отражателей. Материалы защиты.
4. Ядерное топливо. Конструкционные материалы твэлов и ТВС. Основные требования, характеристики.
5. Тепловыделяющие элементы и ТВС ядерных реакторов. Основные требования. Типы конструктивных решений. Физико-химические процессы, протекающие в твэлах и ТВС в условиях эксплуатации.
6. Органы регулирования ядерных реакторов. Назначение, состав, конструкции и функциональное использование. Особенности органов регулирования реакторов различных типов.
7. Корпусные легководные реакторы с водой под давлением и кипящие. Развитие реакторов. Реакторы ВВЭР-1000, АСТ-500, АТЭЦ, PWR. Реакторы ВК, BWR. Конструкции. Компоновка оборудования. Системы нормальной эксплуатации. Системы безопасности.
8. Реакторы на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Развитие реакторов. Реакторы БН-600, БН-800. Корпус реактора и внутрикорпусные устройства. Активная зона и зона воспроизводства. Технические средства обеспечения безопасности. Компоновка оборудования.
9. Канальные водографитовые и тяжеловодные реакторы. Развитие канальных реакторов. Первая в мире, Сибирская, Белоярская АЭС, Билибинская АТЭЦ. Реакторы РБМК-1000, РБМК-1500.
10. Реакторы, охлаждаемые газом. Развитие реакторов. Реакторы с гелиевым теплоносителем.
11. Ядерные реакторы нового поколения - с водой под давлением, бассейновые, канальные, с жидкометаллическим теплоносителем (натрием, свинцом-висмутом, свинцом.
12. Исследовательские реакторы. Физические и конструктивные особенности. Экспериментальные устройства исследовательских реакторов. Стационарные и учебно-исследовательские реакторы.
13. Теплообменное и сепарационное оборудование реакторных установок.
14. Насосы ядерных энергетических установок. Главные циркуляционные насосы. Питательные насосы. Основные характеристики.
15. Системы перегрузки топлива. Способы перегрузки. Хранилища отработавшего ядерного топлива.

**Литература**

1. Кириллов П.Н., Богословский Г.П. Теплообмен в ядерных энергетических установках. М.: Энергоатомиздат, 2000.
2. Ганчев Б.Г., Калишевский Л.Л., Демешев Р.С. Ядерные энергетические установки. М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Конструкционные материалы ядерных реакторов / Н.М. Бескоровайный, Б.А. Калин, П.А. Платонов, И.И. Чернов. М.: Энергоатомиздат, 1995.
4. Самойлов А.Г., Волков В.С., Солонин В.И. Тепловыделяющие элементы ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1996.
5. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. Учебник для вузов. М.: Атомная техника, 1994.
6. Титов В.Ф., Рассохин Н.Г.. Федоров В.Г. Парогенераторы атомных электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1992.
7. Иванов В.А Эксплуатация атомных электростанций. СПб., 1994.
8. Пронкин Н.С. Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла[Текст] : учебное пособие / Н. С. Пронкин. - М. : Логос, 2012. - 420 с.
9. Увакин, М.А. Лабораторный практикум "Физическая теория ядерных реакторов" [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / М. А. Увакин, В. И. Савандер. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2013.

**IV. Эксплуатация ядерных энергетических установок,** **управление сроком службы ядерных энергетических установок.**

1. Обращение с радиоактивными отходами на АЭС. Переработка радиоактивных вод. Отверждение жидких радиоактивных отходов. Переработка твердых радиоактивных отходов. Обращение с газообразными радиоактивными отходами.
2. Жизненный цикл ядерной энергетической установки и принципы управления сроком службы. Продление срока службы. Вывод из эксплуатации.
3. Обеспечение и повышение безопасности при продлении эксплуатации. Радиоактивные материалы при снятии с эксплуатации ядерных энергетических установок.
4. Транспортировка и хранение топлива
5. Удаление радиоактивных отходов высокой и средней активности. Реабилитация территорий, загрязненных радионуклидами.

**Литература**

1. Острейковский В.А. Эксплуатация атомных электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1999.
2. Ковалевич О.М. Основы обеспечения безопасности атомных станций. М.: Изд-во МЭИ, 1999.
3. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда. 2-е изд. / Н.С. Бабаев, В.Ф. Демин, Л.А. Ильин и др. Под ред. Александрова. М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. Учебник для вузов. М.: Атомная техника, 1994.
5. Иванов В.А Эксплуатация атомных электростанций. СПб., 1994.