

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор НИЯУ МИФИ
_____ В.В. Ужва

СОГЛАСОВАНО
Ответственный секретарь
приемной комиссии
_____ В.И. Скрытный

Программа вступительного испытания
по направлению подготовки магистров
14.04.01 «ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОФИЗИКА»

Форма обучения
Очная

Москва 2016

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

Форма проведения испытания:

Вступительное испытание в магистратуру проводится в форме собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объема знаний, необходимых для обучения в магистратуре.

Структура испытания:

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания.

Оценка испытания:

Оценка за собеседование выставляется по 100-балльной шкале. Минимальный балл, необходимый для успешного прохождения собеседования и дальнейшего участия в конкурсе ежегодно устанавливается приемной комиссией НИЯУ МИФИ.

Критерии оценки результатов испытания:

100-95 баллов - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

94-90 баллов - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.

89-85 баллов - даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.

84-80 баллов - даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.

79-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

1. Атомная и ядерная физика

Движение заряженных частиц. Рентгеновские лучи (спектры), их свойства. Теория атома водорода по Бору. Тонкая структура спектральных линий атома водорода. Сложные атомы. Волновые свойства частиц. Рассеяние электронов атомами и ионами.

Ядерные силы. Энергия связи ядра. Характеристики ядерных реакций. Сечение и выход ядерной реакции. Виды ядерных реакций: фотоядерные; под действием заряженных частиц; под действием нейтронов; деления (нейтронами); цепные; термоядерные.

2. Уравнения математической физики

Математические модели физических явлений. Вывод уравнений математической физики, начальные и граничные условия для них. Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Понятие о корректно поставленной задаче. Метод Фурье. Ортогональные системы функций. Ряды Фурье. Задача Штурма-Лиувилля. Метод Даламбера. Специальные функции. Преобразования: Лапласа, Фурье, Фурье-Бесселя. Решение некоторых задач методом интегральных преобразований. Прямые методы вариационного исчисления. Понятия о методе конечных разностей, методе конечных элементов, методе интегральных уравнений.

3. Теоретическая физика

3.1. Статистическая физика

Характерные особенности макрокосмических систем. Понятия теории вероятностей: статистические ансамбли, соотношения между вероятностями, непрерывное распределение вероятностей. Статистическое описание систем с тепловым взаимодействием: распределение энергии, температура, средняя энергия идеального газа, среднее давление идеального газа. Работа, внутренняя энергия и теплота, энтропия. Распределение Максвелла для скоростей. Равномерное распределение. Удельная теплоемкость твердых тел. Положения статистической термодинамики. Элементарная кинетическая теория процессов переноса: вязкость и перенос энергии, самодиффузия и перенос молекул, электропроводность и перенос заряда.

3.2. Квантовая механика

Квантовая система, состояние поля. Волны де Бройля. Волновые уравнения и принцип суперпозиции. Принцип неопределенности Гейзенберга, измерения и статистические ансамбли. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор. Матрицы в квантовой механике. Уравнение Паули. Теория стационарных возмущений в дискретном спектре. Фазовая теория рассеяния в центрально-симметричном поле. Квантование свободного электромагнитного поля.

4. Ядерная энергетика и технологии

4.1. Основные понятия и концепции в ядерной энергетике.

Основные понятия: ядерные материалы (ЯМ), радиоактивные вещества (РВ) и радиоактивные отходы (РАО), безопасность и риск. Обзор ядерных топливных циклов. Уран-плутониевый и уран-ториевый топливные циклы. Основные типы ядерных реакторов. Обращение с топливом ядерных реакторов.

4.2. Ядерные технологии.

Современное состояние ядерных технологий. Концепция ядерного топливного цикла. Открытый и замкнутый ЯТЦ. Основные стадии ЯТЦ. Привлекательность ЯМ на разных стадиях ТЦ. Изотопное обогащение урана. Технологии изготовления твэлов и ТВС. Использование топлива в ядерных реакторах. Технологии переработки облученного ядерного топлива.

4.3. Ресурсы ядерной энергетики.

Ресурсы для развития ядерной энергетики. Воспроизводство делящихся материалов. Роль плутония для широкомасштабной ядерной энергетики. Вовлечение плутония в ЯТЦ. Нарботка плутония в реакторах. Ядерные реакторы на быстрых нейтронах, МОХ-топливо. Ядерная энергетика с реакторами на быстрых нейтронах. Торий и его вовлечение в ядерный топливный цикл.

Отработавшее ядерное топливо (ОЯТ). Условия обращения с ОЯТ и состав. Стандарт защищенности ОЯТ. Стратегии переработки и хранения. Рецикл урана и плутония.

5. Нормативно-правовое и международное регулирование обращения с ядерными материалами.

5.1. Правовое регулирование в ядерной сфере. Закон об использовании атомной энергии (АЭ).

Правовое регулирование в ядерной сфере. Закон об использовании атомной энергии (АЭ). Порядок разработки федеральных норм и правил в области обращения с

ядерными материалами. Права и обязанности органов власти, организаций и граждан по отношению к использованию атомной энергии. Понятие эксплуатирующей организации как основного субъекта, обеспечивающего безопасное обращение с ядерными материалами. Ответственность за убытки и вред, причиненные радиационным воздействием. Права граждан РФ, появившиеся с выходом закона об использовании АЭ. Государственный контроль за радиационной обстановкой. Правовое регулирование экспорта/ импорта ядерных установок, оборудования, технологий и ядерных материалов.

Проблема ядерной и радиационной безопасности. Обеспечение сохранности и полных знаний о ЯМ как аспекты их безопасности. Специальное обращение с ядерными материалами. Эволюция системы специального обращения с ЯМ, связанная с экономической и политической перестройкой общества.

5.2. Нормативное регулирование в ядерной сфере.

Нормативная база развития и функционирования систем учета и контроля ядерных материалов (системы У и К ЯМ) в Российской Федерации. Нормативная база – система правил, по которым деятельность с ядерными материалами должна проводиться. Нормативные документы международного и внутригосударственного уровней в части учета и контроля ядерных материалов. Концепция системы государственного учета и контроля ядерных материалов. Основные правила учета и контроля ядерных материалов. Основные правила по учету и контролю ЯМ.

Нормативная база в области физической защиты ЯМ. Документы различных уровней, входящие в эту базу. INFCIRC /225/ rev. 4 «Методические рекомендации по ФЗ ЯМ» (МАГАТЭ). INFCIRC /274/ rev. 2 «Конвенция по физической защите ЯМ» (МАГАТЭ). Правила по физической защите ядерных материалов, ядерных установок и мест хранения ядерных материалов.

5.3. Международное регулирование в ядерной сфере. Проблема ядерного нераспространения.

Проблема ядерного нераспространения и пути ее решения. Международный контроль ядерных материалов. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). Основные направления деятельности агентства. Международно-правовая основа развития и применения гарантий МАГАТЭ. Цели гарантий МАГАТЭ. Характеристика систем гарантий INFCIRC/66 и INFCIRC/153. Международный режим экспортного контроля. Группа ядерных поставщиков.

6. Обеспечение безопасного обращения с ядерными материалами в Российской Федерации.

6.1. Государственная система учета и контроля ядерных материалов.

Рекомендации МАГАТЭ по развитию государственной системы учета и контроля ядерных материалов. Государственная система учета и контроля ЯМ (ГСУК ЯМ) в РФ. Концепция категоризованных гарантий. Структура государственной системы учета и контроля ядерных материалов (ГСУК ЯМ). Федеральный, ведомственный и объектовый уровни. Характерные черты ГСУК ЯМ. Мероприятия по учету и контролю ядерных материалов на предприятиях. Основные компоненты системы учета ЯМ на предприятии. Система бухгалтерского учета ЯМ. Система измеряемого материального баланса ЯМ.

6.2. Физическая защита ядерных материалов.

Физическая защита ядерных материалов. Правовые и административные основы физической защиты. Основные понятия. Потенциальные угрозы и модели вероятных нарушителей. Принципы построения физической защиты и ее структура на объектах. Зонирование объекта. Эшелонирование и равнопрочность физической защиты. Основные подсистемы физической защиты.

6.3. Обеспечение ядерной и радиационной безопасности в Российской Федерации.

Понятие ядерной и радиационной безопасности. Основные принципы и критерии ядерной и радиационной безопасности. Теоретические основы ядерной и радиационной безопасности. Концепция ядерной и радиационной безопасности в Российской Федерации. Нормы и правила ядерной и радиационной безопасности.

7. Влияние человеческого фактора на безопасность.

Международные рекомендации в области влияния человеческого фактора на безопасность ядерных объектов. Документ INSAG-IV. Человеческий фактор в системах учета, контроля и физической защиты ядерных материалов. Человеческий фактор при обеспечении ядерной и радиационной безопасности. Культура ядерной безопасности как необходимый инструмент повышения безопасности в ядерной сфере. Общие черты культуры ядерной безопасности. Роли и обязанности руководства и персонала ядерно-опасных объектов. Лицензирование и осуществление проверок. Обязанности руководителей. Мотивация персонала. Пропаганда положительного опыта. Организационные меры по повышению культуры ядерной безопасности.

Литература

1. Шпольский Э. В. Атомная физика – М.; Наука, 1984. Т. 1-2.
2. Климов А. Н. Ядерная физика и ядерные реакторы – М.: Энергоатомиздат, 2002.
3. Смирнов В.И. Курс высшей математики. Т.2; Т.3, ч.2; Т.4. – М.: Наука, 1981

4. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики, - М.: Наука, 1977
5. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационные исчисления. - М.: Наука, 1975
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.5. Статистическая физика. – М.: Наука, 1964
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Квантовая механика. – М.: Наука, 1974
8. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, вып. 8 и 9, Квантовая механика. – М.: Мир, 1966, 1967.
9. Савандер В.И., Увакин М.А. Физическая теория ядерных реакторов, М., МИФИ, 2008.
10. Основы учета, контроля и физической защиты ядерных материалов. – учебное пособие/ под ред. Э.Ф. Крючкова. – М., МИФИ, 2007, 543 с.
11. Ядерное нераспространение. - учебное пособие/ авторы: Г.М. Пшакин, Н.И. Гераскин и др. – М., ИАТЭ-МИФИ, 2006, 303 с.
12. Ядерное нераспространение. - учебное пособие/ под ред. В.А. Орлова. – М., Центр политических исследований, 2002, тт. 1-2.
13. Закон об использовании атомной энергии. – Сборник документов, М., 2008.
14. Концепция государственной системы учета и контроля ядерных материалов. Утв. Правительством Российской Федерации, М., 1996.
15. IAEA Safeguards. An Introduction/ - IAEA, Vienna, 1981.
16. The Structure and Content of Agreements between the Agency and States required in connection with the Treaty of the Non-proliferation of Nuclear Weapons. – IAEA, 2007, INFCIRC/153.
17. Safeguards Techniques and Equipment. – 2003 Edition, IAEA, Series No.1.