

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено

Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 25.08.2025 № 25.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПОДГОТОВКА К СДАЧЕ И СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

название дисциплины

для направления подготовки

14.05.02 Атомные станции:

проектирование, эксплуатация и инжиниринг

направление/профиль

Радиационная безопасность атомных станций

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) является обязательным приложением к программе государственного экзамена и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. В результате освоения ОП специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Планируемые результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции		
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации; У-УК-1 Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации; В-УК-1 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами; У-УК-2 Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов

		его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла; В-УК-2 Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности;
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	З-УК-3 Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства; У-УК-3 Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели; В-УК-3 Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	З-УК-4 Знать: правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия; У-УК-4 Уметь: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия; В-УК-4 Владеть: методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного	З-УК-5 Знать: закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества;

	взаимодействия	правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия; У-УК-5 Уметь: понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия; В-УК-5 Владеть: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	З-УК-6 Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения; У-УК-6 Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности; В-УК-6 Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик;
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	З-УК-7 Знать: виды физических упражнений; роль и значение физической культуры в жизни человека и общества; научно-практические основы физической культуры, профилактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни; У-УК-7 Уметь: применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; использовать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни; В-УК-7 Владеть: средствами и методами укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
УК-8	Способен создавать и	З-УК-8 Знать: требования, предъявляемые к

	поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте; У-УК-8 Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; В-УК-8 Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте;
УК-9	Способен принимать ответственные решения и действовать в интересах общества в целом, в том числе через участие в волонтерских движениях	З-УК-9 Знать государственную политику, цели, задачи и виды добровольческой (волонтерской) деятельности, нормативно-правовые основы законодательства в этой области; У-УК-9 Уметь применять междисциплинарные знания и профильные практические навыки в области содействия развитию добровольчества (волонтерства); В-УК-9 Владеть методами и способами содействия формированию добровольчества (волонтерства), навыками организации труда добровольцев (волонтеров);
УК-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	З-УК-10 Знать: основные документы, регламентирующие финансовую грамотность в профессиональной деятельности; источники финансирования профессиональной деятельности; принципы планирования экономической деятельности; критерии оценки затрат и обоснованности экономических решений; У-УК-10 Уметь: обосновывать принятие экономических решений в различных областях жизнедеятельности на основе учета факторов эффективности; планировать деятельность с учетом экономически оправданных затрат, направленных на достижение результата; В-УК-10 Владеть: методикой анализа, расчета и оценки экономической целесообразности планируемой деятельности (проекта), его финансирования из внебюджетных и бюджетных источников;
УК-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	З-УК-11 Знать: действующие правовые нормы, обеспечивающие противодействие экстремизму, терроризму и коррупционному

		поведению; признаки экстремизма, терроризма и коррупционного поведения; основы профилактики экстремизма, терроризма и коррупционного поведения; У-УК-11 Уметь: планировать, организовывать и проводить мероприятия, обеспечивающие формирование гражданской позиции на основе нетерпимости к экстремизму, терроризму и коррупционному поведению; применять меры противодействия экстремизму, терроризму и коррупционному поведению при осуществлении профессиональной деятельности; В-УК-11 Владеть: навыками формирования нетерпимого отношения к экстремизму, терроризму и коррупционному поведению; навыками противодействия экстремизму, терроризму и коррупционному поведению при осуществлении профессиональной деятельности;
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; У-УКЕ-1 Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи; В-УКЕ-1 Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами;
УКЦ-1	Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей.	З-УКЦ-1 Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий; У-УКЦ-1 Уметь: выбирать современные

		информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий; В-УКЦ-1 Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий;
УКЦ-2	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	З-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности; У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности; В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности;
УКЦ-3	Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития	З-УКЦ-3 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни

	(в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций	с использованием цифровых средств; У-УКЦ-3 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств; В-УКЦ-3 Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств;
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1 Знать: базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования; У-ОПК-1 Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; В-ОПК-1 Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов;
ОПК-2	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики и технологий	З-ОПК-2 Знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности; базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов; У-ОПК-2 Уметь: составлять общий план работы по заданной теме; предлагать методы исследования и способы обработки результатов; проводить исследования по согласованному с руководителем плану; представлять полученные результаты; В-ОПК-2 Владеть: систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной

		направленности подготовки в области ядерной энергетики; базовыми навыками проведения научноисследовательских работ по предложенной теме;
ОПК-3	Способен понимать принципы работы информационных технологий; осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	З-ОПК-3 Знать средства и методы поиска, анализа, обработки и хранения информации, в том числе виды источников информации, поисковые системы и системы хранения информации, требования информационной безопасности, включая защиту государственной тайны; У-ОПК-3 Уметь осуществлять поиск, хранение, анализ и обработку информации, представлять ее в требуемом формате; применять компьютерные и сетевые технологии, выполнять требования информационной безопасности и защиты государственной тайны; В-ОПК-3 Владеть навыком поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны;
ОПК-4	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	З-ОПК-4 Знать основные принципы и требования построения алгоритмов, синтаксис языка программирования; У-ОПК-4 Уметь разрабатывать алгоритмы для решения практических задач согласно предъявляемым требованиям; В-ОПК-4 Владеть средой программирования и отладки для разработки программ для практического применения;
ОПК-5	Способен оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	З-ОПК-5 Знать: требования к оформлению результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ; У-ОПК-5 Уметь: оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ; В-ОПК-5 Владеть: навыками оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов,

		научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ;
Обязательные профессиональные компетенции		
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский		
ПК-1	Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок	З-ПК-1 Знать современную техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок; У-ПК-1 Уметь использовать научно-техническую информацию для проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок; В-ПК-1 Владеть методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок;
ПК-2	Способен проводить математическое моделирование для анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС	З-ПК-2 Знать методы метаматематического анализа для моделирования процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС; У-ПК-2 Уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС; В-ПК-2 Владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований;
ПК-3	Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации	З-ПК-3 Знать методы проведения исследований физических процессов; У-ПК-3 Уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок; В-ПК-3 Владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке;
ПК-4	Способен составить отчет по выполненному заданию, готов к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ	З-ПК-4 Знать нормативные документы для составления отчетов по выполненным заданиям; У-ПК-4 Уметь обобщать и анализировать научно-техническую информацию; В-ПК-4 Владеть методами проектирования ЯЭУ и внедрения результатов исследований в эксплуатацию;
Тип задачи профессиональной деятельности: производственно-технологический		
ПК-9	Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля,	З-ПК-9 Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; У-ПК-9 Уметь анализировать нейтронно-

	управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ; В-ПК-9 Владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ;
ПК-10	Способен провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами	З-ПК-10 Знать критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; У-ПК-10 Уметь проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; В-ПК-10 Владеть методами оценки ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами;
ПК-11	Способен анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС	З-ПК-11 Знать правила техники безопасности при проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ; У-ПК-11 Уметь проводить монтаж, ремонт и демонтаж оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС; В-ПК-11 Владеть навыками монтажных и демонтажных работ на технологическом оборудовании;
Профессиональные компетенции профиля «Радиационная безопасность атомных станций»		
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский		
ПК-10.1	Способен к анализу и оценке воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды	З-ПК-10.1 Знать закономерности воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды; У-ПК-10.1 Уметь проводить анализ воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды; В-ПК-10.1 Владеть методами оценки воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды;
Тип задачи профессиональной деятельности: проектный		
ПК-10.2	Способен к оценке соответствия производственно-технологических решений требованиям радиационной безопасности и разработке необходимых компенсирующих мероприятий	З-ПК-10.2 Знать требования радиационной безопасности, принципы разработки и типовые решения для проведения мероприятий, направленных на обеспечение радиационной безопасности производственно-технологических решений; У-ПК-10.2 Уметь проводить оценку соответствия производственно-

		технологических решений требованиям радиационной безопасности; В-ПК-10.2 Владеть методами оценки соответствия производственно-технологических решений требованиям радиационной безопасности, навыками разработки контрмер и других компенсирующих мероприятий.
--	--	---

2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания на государственном экзамене

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	А/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	Включает нижестоящий уровень. Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно	85-89	В/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	С/ Хорошо/ Зачтено

		найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.		
Пороговый Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Критерии и шкала оценивания компетенций (результатов):

Оценка «**отлично**» ставится, если:

- Полно раскрыто содержание материала билета;
- Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
- Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
- Продемонстрированы сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
- Ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
- Допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «**хорошо**» ставится, если:

- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:
- В изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
- Допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа либо при решении задачи, исправленные по замечанию экзаменатора;
- Допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов либо сделаны арифметические ошибки при решении задачи, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если:

- Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;

- Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, решении задачи, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
- При неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если:

- Не раскрыто основное содержание вопросов в билете;
- Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, касающегося вопросов в билете;
- Допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, демонстрировании практических навыков, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление **14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг**

Образовательная программа **Радиационная безопасность атомных станций**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Природный радиационный фон. Источники ионизирующего излучения естественного происхождения. Техногенно измененный ЕРФ
2. Детекторы излучений. Спектральная характеристика. Счетная характеристика. Эффективность регистрации энергии. Функция отклика детектора

Составитель _____ А.А. Удалова
(подпись)

Руководитель ООП _____ А.А. Удалова
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ,
ВЫНОСИМЫХ НА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**

Государственный экзамен проводится по дисциплинам, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

Программа государственного экзамена содержит два блока:

- I – дисциплины общепрофессионального модуля,
- II – дисциплины профессионального модуля.

Каждый билет состоит из двух вопросов, по одному вопросу из блоков I и II. При подготовке ответов на вопросы студентам рекомендуется использовать знания, полученные ими по смежным дисциплинам, входящим в вышеуказанные циклы дисциплин.

Блок I

Дисциплины общепрофессионального модуля

1. Ядерная физика

1. Состав, размеры и форма атомных ядер.
2. Сопоставление радиоактивного распада и активации.
3. Спин и магнитный момент атомных ядер.
4. Масса и энергия связи атомных ядер.
5. Уровни энергии возбужденного ядра и их характеристики.
6. Виды радиоактивности и законы радиоактивного распада.
7. Энергия α -распада и спектры α -частиц.
8. Радиоактивные семейства и правила смещения при α -распаде.
9. Понятия о механизме и теории α -распада.
10. Особенности прохождения α -частиц через вещество.
11. Виды и энергия бета - распада. Дорожка стабильности.
12. Энергетическое распределение электронов при β - распаде.
13. Основные эффекты взаимодействия заряженных частиц с веществом.
14. Особенности прохождения электронов через вещество.
15. Вероятности γ -переходов и правила отбора.
16. Источники γ -излучения.

17. Основные эффекты взаимодействия γ -излучения с веществом.
18. Ядерная изомерия.
19. Внутренняя конверсия электронов.
20. Общий характер взаимодействия γ -излучения с веществом.
21. Ядерные реакции. Классификация, энергетическая диаграмма.
22. Понятие о сечении ядерной реакции и его энергетической зависимости.
23. Законы сохранения в ядерных реакциях и их особенности.
24. Составное ядро. Гипотеза Н.Бора, каналы реакции.
25. Выделение и поглощение энергии в ядерных взаимодействиях. Примеры.
26. Упругое рассеяние частиц. Импульсная диаграмма.
27. Радиационный захват нейтронов. Значение и особенности реакции.
28. Деление ядер. Основные свойства.
29. Понятие о теории деления ядер.
30. Запаздывающие нейтроны деления ядер.
31. Деление ядер спонтанное и вынужденное. Энергия, выделяемая при делении.
32. Механизм деления. Энергетический барьер деления.
33. Вторичные нейтроны деления ядер.
34. Трековые детекторы. Искровые камеры.
35. Трековые детекторы. Ядерные фотоэмульсии.
36. Трековые детекторы. Пузырьковые камеры.
37. Трековые детекторы. Камеры Вильсона.
38. Недостатки и достоинства сцинтилляционных детекторов.
39. Фотоэлектронные умножители. Конструкция и назначение.
40. Сцинтилляционные детекторы, принципы работы.
41. Достоинства полупроводниковых детекторов, примеры спектров.
42. Принципы работы полупроводниковых детекторов.
43. Полупроводниковые детекторы. Требования к материалам.
44. Газовые детекторы ионизирующих излучений. Основные требования.
45. Ионизационные камеры. Принцип действия, достоинства и недостатки.
46. Счетчики Гейгера-Мюллера. Принцип действия, достоинства.
47. Пропорциональные счетчики. Принцип действия, достоинства.

2. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений

1. Система дозиметрических величин. Экспозиционная и поглощённая дозы, единицы измерения.
2. Система дозиметрических величин. Эквивалентная и эффективная дозы, единицы измерения.
3. Система дозиметрических величин. Ожидаемые эквивалентная и эффективная дозы, единицы измерения.
4. Система дозиметрических величин. Амбиентный и индивидуальный эквивалент дозы, единицы измерения.
5. Система дозиметрических величин. Поглощённая доза излучения и поглощённая доза в органе, линейная передача энергии; единицы измерения.
6. Система дозиметрических величин. Активность радионуклидного источника, флюенс и плотность потока частиц; единицы измерения.
7. Система дозиметрических величин. Поглощённая доза излучения и керма; единицы измерения.
8. Биологическое действие ионизирующих излучений. Детерминированные эффекты облучения.
9. Биологическое действие ионизирующих излучений. Стохастические эффекты облучения.
10. Биологическое действие ионизирующих излучений. Понятие об относительной биологической эффективности излучений.

11. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности.
12. Управление источником как метод и средство радиационной безопасности.
13. Контроль профессионального облучения. Стратегия обеспечения радиационной безопасности.
14. Контроль профессионального облучения. Тактика обеспечения радиационной безопасности.
15. Контроль профессионального облучения. Нормируемые величины облучения персонала в нормальных условиях эксплуатации источников излучения.
16. Контроль профессионального облучения. Нормируемые величины планируемого повышенного облучения.
17. Физические основы дозиметрии фотонного излучения. Коэффициенты ослабления и передачи энергии; единицы измерения.
18. Физические основы дозиметрии фотонного излучения. Эффективный атомный номер сложного вещества.
19. Принцип ионизационного метода дозиметрии на примере ионизационной камеры.
20. Соотношение Брэгга-Грея.
21. Напёрстковые ионизационные камеры. Ход с жёсткостью.
22. Конденсаторные ионизационные камеры.
23. Чувствительность газоразрядного счётчика по мощности дозы.
24. Чувствительность по мощности дозы сцинтилляционного детектора, работающего в счётчиковом режиме.
25. Принцип фотографического метода дозиметрии.
26. Принцип люминесцентного метода дозиметрии.
27. Физические основы дозиметрии нейтронов.
28. Активационный метод дозиметрии нейтронов.
29. Понятие о трековом методе дозиметрии заряженных частиц.
30. Понятие о дозиметрии радиоактивных газов и аэрозолей.

3. Радиационная безопасность

1. Международное регулирование в области радиационной безопасности. Роль МКРЗ, МАГАТЭ, НКДАР ООН и других международных организаций.
2. Стандарты безопасности МАГАТЭ в системе радиационной защиты
3. Основные нормы безопасности (ОНБ) и Рекомендации МКРЗ по радиационной безопасности
4. Международная система радиационной защиты человека
5. Международная система радиационной защиты человека: Основные компоненты системы радиационной защиты
6. Международная система радиационной защиты человека: Фундаментальные принципы системы радиационной защиты (Обоснование. Оптимизация защиты. Применение пределов дозы)
7. Международная система радиационной защиты человека: Ситуации облучения
8. Международная система радиационной защиты человека: Категории облучения и облученных лиц
9. Закрытые источники ИИ. Области применения и виды используемых закрытых источников
10. Категорирование радионуклидных источников по радиационной опасности
11. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности при использовании ЗРИ
12. Радиационная безопасность на этапах жизненного цикла ЗРИ
13. Открытые источники ИИ. Виды деятельности с использованием открытых источников ИИ
14. Установление класса работ с открытыми источниками излучения
15. Требования к обеспечению радиационной безопасности при обращении с ОРИ

16. Требования к ограничению профессионального облучения при работе с ОРИ
17. Требования к защите от природного облучения в производственных условиях
18. Контроль и учет индивидуальных доз облучения персонала
19. Ограничение техногенного облучения населения при нормальных условиях
20. Ограничение природного облучения населения
21. Медицинское облучение населения: основные применения, вклад в дозу облучения человека
22. Требования в отношении ограничения медицинского облучения

4. Методы оценки и анализа радиационного риска

1. Опасные техногенные события и их проявление в техносфере.
2. Формирование зоны риска на фоне «территорий»: интересов реципиентов (профессионалов или населения) и зоны проявления опасностей.
3. Характеристика опасного производственного объекта с учётом требований Федерального закона ФЗ №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
4. Классификация и краткая характеристика опасных техногенных событий и возможных чрезвычайных ситуаций на них.
5. Классификация поражающих факторов при техногенных чрезвычайных ситуациях.
6. Схема возникновения опасностей и формирование зоны риска в системе; «источник опасности – реципиент (предприятие, цеха, реакторы, люди)».
7. Общая формула расчёта риска и интерпретация её составляющих.
8. Структура(формирования) риска как меры опасности согласно РД03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов».
9. Вероятностные показатели в структуре риска: вероятность возникновения события и частота его возникновения как разные показатели.
10. Качественная и количественная классификация рисков.
11. Общая характеристика методологии оценки техногенных рисков.
12. Методология и методы оценки и анализа риска техногенных событий.
13. Выбор методов оценки техногенного риска: концепции выбора, какие цели преследуются и какие задачи при этом решаются.
14. Метод Делфи, пример применения метода.
15. Метод «дерево отказов, пример применения метода.
16. Метод «дерево событий(последствий), пример применения метода.
17. Концепция радиационного риска. Расчёт риска по коллективной дозе облучения.
18. Дозовая матрица как инструмент индивидуализации радиационного риска при профессиональном облучении,
19. Система АРМИР и её применение на предприятиях Росатома.
20. Показатели радиационного риска в системе АРМИР: атрибутивный риск, избыточный абсолютный риск, избыточный относительный риск и связь между ними.
21. Современные версии применения системы АРМИР при оценке индивидуального радиационного риска и выявление групп(индивидов) повышенного риска.

5. Радиационная экология

1. Природный радиационный фон. Источники ионизирующего излучения естественного происхождения: космическое излучение, космогенные радионуклиды, естественные радионуклиды земного происхождения. Техногенно измененный ЕРФ.
2. Искусственные источники радиоактивного загрязнения окружающей среды. Испытания ядерного оружия. Крупные радиационные аварии. Искусственные источники излучений, используемые в медицине, промышленности и др.

3. Дозы облучения человека от источников ионизирующего излучения природного и техногенного происхождения, присутствующих в окружающей среде
4. Поступление радионуклидов в компоненты экосистем. Состав и виды техногенных радиоактивных выпадений: радиоизотопный состав, формы присутствия радионуклидов в выбросах, радиоактивные выпадения из атмосферы.
5. Количественные характеристики радиоактивного загрязнения почвы (удельная активность, плотность загрязнения) и связь между ними.
6. Поведение радионуклидов в почве. Почва как исходное звено миграции радионуклидов в природной среде и агрофлоре. Понятия миграции и поведения радионуклидов в окружающей среде. Первичные процессы при поступлении радионуклидов в почву: какие факторы влияют и каким образом; сорбция. Вторичные процессы при поступлении радионуклидов в почву.
7. Поступление радионуклидов в растения. Аэральное и корневое поступление в растения. Основные факторы, способствующие внекорневому и корневому поглощению радионуклидов растениями. Количественные показатели, характеризующие поступление радионуклидов в растения: коэффициент накопления, коэффициент перехода.
8. Радионуклиды в организме животных. Поступление и метаболизм радионуклидов в организме животных (всасывание, распределение, накопление, выведение). Факторы, модифицирующие поведение радионуклидов в организме животных.
9. Формирование доз облучения растений и животных. Понятие внешнего и внутреннего облучения. Характеристики источника излучения, влияющие на формирование дозы облучения. Характеристики объекта облучения, влияющие на формирование дозы облучения. Дозообразование у растений. Дозообразование у животных.
10. Этапы формирования радиобиологического эффекта. Клетка и радиация. Радиобиологические эффекты на организменном, популяционном и экосистемном уровне.
11. Биологическое действие радиации на растения. Особенности радиационного поражения растений. Радиационная стимуляция роста и развития растений. Продуктивность и качество урожая облученных растений
12. Биологическое действие радиации на животных разных систематических групп. Радиационные эффекты в тканях и органах животных. Особенности радиационного поражения животных. Острая лучевая болезнь у животных. Радиационная половая стерилизация насекомых
13. Крупные радиационные аварии: масштабы и особенности. Периодизация обстановки после радиационной аварии. Шкала ИНЕС.
14. Радиоэкологические последствия радиационных аварий. Радиоактивное загрязнение природных сред и сельскохозяйственных угодий после крупных радиационных аварий. Экологические последствия радиационных аварий на примере Чернобыльской и Фукусимской аварий
15. Радиобиологические последствия радиоактивного загрязнения природных экосистем
16. Радиационная обстановка на территории Российской Федерации
17. Общие принципы использования территории, загрязненной радиоактивными веществами. Принципы зонирования. Регламентирование воздействия ионизирующих излучений на население. Ограничение содержания радионуклидов в продуктах питания
18. Контрмеры в сельском хозяйстве при радионуклидном загрязнении территории. Агротехнические мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях. Агрохимические мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции растениеводства. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции животноводства. Приоритетные меры для уменьшения радиационной нагрузки на население и сельскохозяйственные объекты в ранний период радиационной аварии
19. Прогнозирование дозы облучения человека при употреблении продуктов, содержащих радионуклиды. Прогнозирование загрязнения продукции растениеводства и животноводства радионуклидами

6. Радиационный мониторинг и контроль

1. Дайте определения радиационного мониторинга и радиационного контроля
2. Перечислите основные нормативные документы, регламентирующие ведение радиационного мониторинга на территории РФ
3. Что такое ЕГАСМРО?
4. Чем в настоящее время определяется глобальный радиационный фон?
5. За какими компонентами природной среды и какими радионуклидами осуществляется радиационный мониторинг?
6. Какие виды анализа проводятся при осуществлении радиационного мониторинга?
7. Какие референтные радионуклиды относятся к ЕТР и АТР, с чем это связано?
8. В каких пунктах РФ определяются радиоизотопы плутония в атмосферном воздухе?
9. С помощью каких средств проводятся наблюдения за радиоактивными аэрозолями?
10. Какие средства используются на сети радиационного мониторинга для отбора радиоактивных выпадений?
11. Перечислите основные радиационные события в период с 2010 по 2018 года, которые повлияли на радиационную обстановку на территории РФ
12. Перечислите наиболее загрязненные территории/пункты на ЕТР и АТР
13. На каком уровне в настоящее время измеряется объемная активность в воздухе радиоизотопов цезия-137, стронция-90 и плутония-239 (укажите порядок величины)?
14. Где на территории РФ отмечаются наиболее высокие уровни выпадений цезия-137, а где минимальные?
15. Укажите диапазон средних значений содержания стронция-90 в реках ЕТР
16. Что является источником трития в настоящее время?
17. Укажите средний уровень содержания трития в осадках на территории РФ
18. Какие средства используются для измерения трития?
19. Перечислите наиболее и наименее загрязненные морские акватории РФ, с чем связаны такие уровни загрязнения
20. Охарактеризуйте радиационный инцидент в г. Электросталь в 2013 году
21. Йод-131 в г. Обнинске. Источники, уровни, организация наблюдений
22. Радиационный мониторинг на загрязненных территориях: территории, пострадавшие после Чернобыльской АЭС
23. Радиационный мониторинг на загрязненных территориях: территории, загрязненные после аварии на ПО «Маяк»
24. Радиационный мониторинг в местах мирных ядерных взрывов
25. С какой целью проводится радиационный контроль на ЯРОО?
26. Какие виды контроля осуществляются службой РК АЭС?
27. Что включает в себя РК в СЗЗ и ЗН АЭС?
28. Цели радиационного мониторинга в СЗЗ и ЗН АЭС
29. В каких режимах проводится РК на АЭС?
30. Программа радиационного контроля и ее содержание
31. Основные объекты радиационного контроля на АЭС
32. Куда поступают результаты наблюдений за радиационной обстановкой в СЗЗ и ЗН?
33. Контроль МАЭД гамма излучения – измеряемые показатели и периодичность
34. Контроль сбросов радиоактивных веществ – контролируемые величины и периодичность
35. Контроль содержания радионуклидов в компонентах природной среды и пищевых продуктах, измеряемые показатели, периодичность
36. Порядок анализа радиационного воздействия на биоту
37. Какие критерии используются для выбора представительных объектов природной среды при оценке радиационно-экологического воздействия. Охарактеризуйте каждый из критериев?
38. Что такое БУОБ и сколько составляет БУОБ для наземных позвоночных животных и

- сосны обыкновенной, для водных позвоночных животных и наземных растений (кроме сосны обыкновенной), для беспозвоночных животных и водных растений?
39. Дайте краткую характеристику аварии на АЭС Фукусима.
 40. Опишите хронологию и движение воздушных масс на земном шаре после аварии на АЭС Фукусима
 41. Кратко изложите как работала сеть радиационного мониторинга в период и после аварии на АЭС Фукусима
 42. Охарактеризуйте радиационную обстановку на ЕТР во время аварии на АЭС Фукусима
 43. Охарактеризуйте радиационную обстановку на АТР во время аварии на АЭС Фукусима
 44. Критерии оценки радиационной обстановки на сети Росгидромета
 45. Охарактеризуйте инцидент с рутением-106 в сентябре-октябре 2017 года

Блок II

Дисциплины профессионального модуля

1. Радиационная биология

1. Радиобиология в системе наук: предмет, объект, уровни исследования, методы исследования. Три этапа развития радиоэкологии. Принцип Бергонье и Трибондо
2. Размен энергии ионизирующего излучения в биологическом «веществе». Этапы ответных реакций биологических структур на облучение. Радиобиологический парадокс.
3. Явление гормезиса в радиобиологии, роль гормезиса в биосфере.
4. Радиочувствительность органов и тканей. Эффективная и эквивалентная доза для различных тканей человека. Коллективная доза, радиационный риск и «ущерб» от действия радиации.
5. Прямое и косвенное действие облучения. Роль продуктов радиолиза воды.
6. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ), линейная передача энергии (ЛПЭ) и связь между ними, коэффициент качества излучения.
7. Чувствительность к ионизирующему излучению различных представителей биоты. Возможные причины различий видовой радиочувствительности.
8. Радиочувствительность различающихся по сложности организации биосистем (белки, ДНК, биомембраны), вклад в радиочувствительность клеток.
9. Клеточный цикл и радиочувствительность клеток и тканей; интерфазная гибель клеток; апоптоз; репродуктивная гибель клеток, ее количественная оценка.
10. Критические органы и ткани при лучевом поражении организма, весовой коэффициент риска (радиочувствительности) при расчете эффективной эквивалентной дозы для органов и тканей.
11. Кроветворный (костномозговой), кишечный и церебральный радиационный синдромы, дозовая зависимость, радиобиологическая оценка; «вклад» в радиочувствительность организма
12. Отдаленные последствия действия облучения, зависимость от дозы и времени после облучения.
13. Теория попадания и концепция мишени в радиобиологии. Кривая выживания клеток, её параметры после облучения.
14. Характеристика лучевого поражения генома клеток; репарация ДНК, восстановление клеток и тканей.
15. Восстановление клеток и механизм восстановления структуры ДНК. Механизм (прямой и косвенный) образования структурных aberrаций и генных мутаций.
16. Кислородный эффект в радиобиологии. Коэффициент кислородного усиления (ККУ). Механизм кислородного эффекта
17. Малые дозы радиации; биологические эффекты действия радиации в малых дозах.

18. Прямой и косвенный механизм действия радиации, радиолиз воды, свободные радикалы и механизм их действия. Оценка действия радиации по прямому и косвенному механизму на биоту.
19. Определение понятия синергизма, сенсibilизации, антагонизма и аддитивного действия. Коэффициент синергизма.

2. Радиационная гигиена

1. История развития системы радиационной безопасности и становления радиационной гигиены
2. Радиационные эффекты у человека. Детерминированные и стохастические эффекты. Концепция беспорогового действия ионизирующего излучения
3. Количественная оценка риска стохастических эффектов облучения. Модели абсолютного и относительного риска
4. Система требований в области радиационной безопасности в РФ. Основные принципы радиационной безопасности. Категории облучаемых лиц. Основные пределы доз и допустимые уровни монофакторного воздействия. НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010: область действия
5. Гигиеническая регламентация облучения человека при нормальной эксплуатации источников ИИ. Основные пределы доз и допустимые уровни монофакторного воздействия
6. Ограничение техногенного облучения работников в нормальных условиях. Оценка состояния радиационной безопасности рабочих мест при ингаляционном поступлении радионуклидов
7. Требования к защите от природного облучения в производственных условиях
8. Радиационный контроль природного облучения в производственных условиях. Условия освобождения из под контроля
9. Требования к ограничению техногенного облучения населения в нормальных условиях. Основные пределы доз и допустимые уровни монофакторного воздействия. Критическая группа населения
10. Ограничение медицинского облучения населения
11. Применение принципов радиационной безопасности в случае медицинского облучения
12. Категории радиационной опасности закрытых радионуклидных источников
13. Категорирование радиационной опасности при работе с открытыми радионуклидными источниками (классы работ)
14. Организация работ и защита при использовании закрытых радионуклидных источников
15. Организация работ и защита при использовании открытых радионуклидных источников
16. Радиационный контроль при работе с техногенными источниками излучения. Общие требования. ИДК. Контроль радиационной обстановки
17. Обеспечение радиационной безопасности при проведении рентгенологических процедур
18. Обеспечение радиационной безопасности при лучевой терапии
19. Обеспечение радиационной безопасности в ядерной медицине

3. Аварийная готовность и реагирование

1. Международные требования к системе управления аварийными ситуациями
2. Управление тяжелыми авариями
3. Противоаварийное планирование. План мероприятий по защите персонала и населения в случае радиационной аварии
4. Международная система готовности и реагирования на ядерные и радиологические аварийные ситуации
5. Правовая основа международной системы аварийной готовности и реагирования
6. Стандарты безопасности МАГАТЭ по аварийной готовности и реагированию
7. Международные механизмы оперативного взаимодействия системы аварийной готовности

- и реагирования: МАГАТЭ, IACRNE, JPLAN, Центр аварийного реагирования, система международного аварийного реагирования и помощи.
8. Информационный обмен в области аварийной готовности и реагирования. Системы ЭПРИМС и ИРМИС
 9. Деятельность МАГАТЭ по обеспечению готовности к аварийным ситуациям
 10. Национальная система аварийной готовности и реагирования в атомной отрасли
 11. Отраслевая система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Госкорпорации «Росатом» (ОСЧС) как функциональная подсистема РСЧС. Основные функции, деятельность, управление и информационное обеспечение ОСЧС
 12. Система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Концерна «Росэнергоатом»
 13. Аварийная готовность и реагирование на атомной станции
 14. Методология оценки ожидаемого облучения населения. Прогноз ожидаемых доз аварийного облучения населения по нормам и критериям НРБ-99/2009.
 15. Оценка радиационной и химической обстановок при аварии на радиационно-опасном объекте
 16. Систематизация тяжести событий на АЭС по нормам МАГАТЭ

4. Радиационный контроль на АЭС

1. Объекты радиационного контроля.
2. Виды и объем радиационного контроля.
3. Законодательная база в области радиационного контроля.
4. Аппаратурное обеспечение и методы обработки спектров, используемые для определения активности альфа, бета и гамма-излучающих радионуклидов (р/н).
5. Погрешность измерений.
6. Идентификация р/н и измерения проб с неизвестным р/н составом.
7. Радиометрические измерения.
8. Величины, характеризующие точность измерений.
9. Приборы, системы и средства радиационного контроля.
10. Классификация приборов, систем и средств радиационного контроля.
11. Дозиметрические приборы.
12. Спектрометрические приборы.
13. Системы радиационного экологического мониторинга окружающей среды.
14. Приборы дозиметрического контроля населения.
15. Применение приборов, систем и средств радиационного контроля для наблюдения за радиационной обстановкой.
16. Набор моделей, предназначенных для оценки дозы внешнего облучения населения.
17. Значения дозовых коэффициентов для расчета СГЭД при облучении человека от подстилающей поверхности.
18. Значения дозовых коэффициентов для расчета СГЭД при погружении в воду и при нахождении на поверхности воды.
19. Оценка доз внутреннего облучения.
20. Гамма-спектрометрический комплекс контроля активности и нуклидного состава инертных радиоактивных газов.
21. Гамма-спектрометрический комплекс контроля активности и нуклидного состава радиоактивных аэрозолей и йода.
22. Гамма-спектрометрический комплекс контроля активности и нуклидного состава низкоактивных твердых радиоактивных отходов.
23. Гамма-спектрометрический комплекс контроля активности и нуклидного состава средне- и высокоактивных твердых радиоактивных отходов.
24. Бета-спектрометрический комплекс контроля активности бета-излучающих нуклидов радиоактивных аэрозолей.

25. Производственный радиационный контроль.
26. Условия проведения контроля эффективности радиационной защиты установок.
27. Радиационные объекты I и II категорий.
28. Генеральный план радиационного объекта.
29. Размещение радиационного объекта.
30. Размеры санитарно-защитной зоны. Границы санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения радиационного объекта.
31. Проектирование радиационных объектов.
32. Проектная документация на радиационные объекты.
33. Разновидности ПДК.
34. Перенос загрязнений в атмосфере.
35. Определение максимальной концентрации загрязнителя в атмосферном воздухе.
36. Определение расстояния от источника выбросов, на котором достигается максимальная концентрация загрязняющего вещества.
37. Определение метеорологических условий, при которых может быть достигнута максимальная концентрация загрязняющего вещества в воздухе.
38. Определение концентрации загрязняющего вещества в атмосфере на заданном расстоянии от источника выбросов.
39. Расчет величины ПДВ для загрязняющих выбросов.
40. Определение границ санитарно-защитной зоны предприятий.
41. Расчет экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха.
42. Экономическая оценка ущерба от загрязнения атмосферы

5. Инструментальные методы радиационного контроля

1. Инструментальные методы анализа радиоэкологии и радиационной безопасности. Классификация и область применения.
2. Характеристики инструментальных методов анализа, используемые при их выборе для решения конкретной задачи (область применения, номенклатура определяемых веществ, диапазон определяемых концентраций, линейность, селективность определения, производительность и т.п.). Дать определения.
3. Критерии оценки правильности результатов аналитических измерений (предел обнаружения и чувствительность метода, воспроизводимость, точность и правильность).
4. Градуировка оборудования: метод градуировочного графика, метод стандарта, метод добавок. Расчет и статистическая оценка параметров градуировочного графика.
5. Электрохимические системы и процессы в них. Электрохимическая ячейка.
6. Электрохимические системы и процессы в них. Гальванический элемент.
7. Типы электродов, используемых в электроаналитических методах: обратимые и необратимые, первого и второго рода, окислительно-восстановительные, ионоселективные
8. Потенциометрия и ионометрия. Стандартные и реальные потенциалы. Уравнение Нернста.
9. Типы электродов, используемых в потенциометрии. Устройство электродов сравнения.
10. Ионоселективные электроды: классификация и устройство. Коэффициент селективности. Стекланный электрод и его устройство.
11. Потенциометрическое титрование: методы титрования и выбор электродов. Скачек потенциала и факторы, оказывающие влияние на его величину.
12. Кривые титрования. Способы нахождения конечной точки титрования.
13. Явления на электродах при прохождении постоянного электрического тока. Электродная поляризация, перенапряжение и его виды.
14. Вольтамперометрия. Схема ячейки, роль фонового электролита. Природа диффузионного тока.

15. Качественный и количественный вольтамперометрический анализ и его разновидности. Вольтамперные кривые.
16. Амперометрическое титрование. Типы кривых амперометрического титрования.
17. Кулонометрия. Теоретические основы метода. Электролиз и законы Фарадея, выход по току.
18. Потенциостатическая и амперостатическая кулонометрия. Зависимость силы тока от времени электролиза. Количественный анализ.
19. Электрическая проводимость растворов электролитов (электрическая подвижность ионов, числа переноса, удельная, эквивалентная и молярная проводимость).
20. Прямой кондуктометрический анализ: применение, преимущества и недостатки.
21. Кондуктометрическое титрование, вид кривых титрования.
22. Шкала электромагнитных волн и классификация спектральных методов анализа. Измеряемые величины в спектрофотометрии.
23. Классификация спектральных методов, основанных на испускании и поглощении энергии веществом.
24. Спектры испускания и поглощения. Атомные спектры в оптическом диапазоне шкалы электромагнитных волн.
25. Молекулярные спектры испускания и поглощения.
26. Возбуждение спектров и интенсивность спектральных линий
27. Количественные закономерности поглощения электромагнитного излучения веществом. Причины отклонения от закона Ламберта-Бугера-Бера.
28. Методы измерения оптической плотности растворов.
29. Молекулярная спектрофотометрия в УФ и видимой области спектра. Оптическая схема приборов.
30. Атомные спектры и их возбуждение. Принципы атомно-эмиссионного, атомно-абсорбционного спектрального анализа.
31. Пламенная фотометрия и атомно-эмиссионная спектрометрия. Основы метода, область применения.
32. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Основы метода. Спектральные источники.
33. Блок-схемы и параметры приборов для атомного спектрального анализа. Устройства атомизации и возбуждения спектров.
34. Инструментальная хроматография. Классификация хроматографических методов и область их применения.
35. Процессы, приводящие к разделению компонентов смеси, и критерии разделения в хроматографии.
36. Хроматографические параметры. Идентификация компонентов смеси.
37. Количественный хроматографический анализ. Методы нормировки, внешнего и внутреннего стандарта.
38. Концепция теоретических тарелок. Уравнение Джеймса и Мартина.
39. Теория удерживания (хроматографической подвижности). Уравнение Ван-Деемтера.
40. Блок-схема хроматографа и назначение отдельных блоков.
41. Детекторы для газовой и жидкостной хроматографии.
42. Статистический характер радиоактивного распада. Распределение Пуассона.
43. Статистический критерий пуассоновского распределения числа зарегистрированных импульсов. Погрешность измерения числа зарегистрированных импульсов.
44. Пробег заряженных частиц в веществе. Взаимодействие γ -квантов с веществом. Фотопоглощение. Комптоновское взаимодействие. Образование пары.
45. Детекторы излучений. Спектральная характеристика. Счетная характеристика. Эффективность регистрации энергии. Функция отклика детектора.
46. Сцинтилляционные детекторы. Характеристики сцинтилляционных детекторов.
47. Характеристики ФЭУ. Коэффициент усиления. Темновой ток. Неорганические сцинтилляторы (NaI(Tl), CsI(Tl), KI(Tl)). Органические сцинтилляторы. Сцинтилляционные стекла

48. Ионизационные детекторы. Принцип работы газовых ионизационных детекторов. Фон (скорость счета фона). Разрешающее время (τ) детектора или установки в целом. Регистрируемая активность. Обработка результатов измерения радиоактивности.
49. Ионизационные камеры. Гейгеровские счетчики. Гашение разряда. Галогенный счетчик.
50. Полупроводниковые детекторы. Принцип работы ППД. Детекторы с p-i-n-переходом. Кремниевый детектор. Германиевый детектор.
51. Параметры ионизационных детекторов: эффективность, чувствительность, уровень фона, скорость счета и наибольшая регистрируемая скорость счета, вольтамперная характеристика.
52. Трековые детекторы заряженных частиц. Ядерные эмульсии.
53. Дифференциальная и интегральная плотности потока частиц. Спектральные распределения. Основные параметры спектрометров.
54. Амплитудное разрешение спектрометра. Временное разрешение спектрометра. Ширина канала анализатора. Учет мертвого времени спектрометра. Методика ручной обработки спектров: амплитудное разрешение, границы пика, максимум пика, площадь пика.
55. Спектрометр с ионизационным детектором. Сцинтилляционные спектрометры. Полупроводниковые спектрометры. Идентификация радионуклидов методом гамма-спектрометрии.
56. Радиометрия β -излучений. Радиометрия γ -излучений. Радиометрия α -излучений. Коэффициент обратного рассеяния, Самопоглощение.
57. Обращение с материалами и изделиями, загрязненными радионуклидами. Определение загрязнения поверхностей радиоактивными веществами.
58. Загрязнение жидкостей и сыпучих веществ радиоактивными веществами.
59. Радиометрия аэрозолей и газов.
60. Индивидуальный дозиметрический контроль. Обработка результатов измерения радиоактивности.
61. Характерные радионуклиды, попадающие в ОС на разных этапах ЯТЦ. Радионуклиды, контролируемые в пробах технологических сред АЭС
62. Применение АА для определения примесей в чистых веществах.
63. Применение АА в криминалистике и судебной медицине.
64. Применение АА для определения состава в метеоритах и лунных породах.
65. Применение АА для определения следовых примесей в воде и водных растворах.
66. Применение АА для определения загрязнения почвы.
67. Применение АА для анализа крови.
68. Применение АА для определения следовых примесей в земных горных породах.
69. Применение АА в археологии.
70. Радиационный (дозиметрический) контроль – цель, задачи, объекты.
71. Индивидуальный и групповой дозиметрический контроль (ИДК). Методики и нормативы.
72. Что подлежит радиационному контролю? Основные контролируемые параметры при радиационном контроле.
73. Нормирование. Административное нормирование при радиационном контроле.
74. Открытые и закрытые источники ИИ.
75. Методы обнаружения ионизирующего облучения.
76. Приборы радиационного контроля и их классификация.
77. Радиометр. Регистратор. Детектор.
78. Спектрометры. Анализаторы. Примеры.
79. Радиометрические методы.
80. Чисто радиометрические методы и их применение.
81. Радиоактивационный анализ
82. Нейтронно-активационный анализ (НАА).
83. Фотонейтронный метод.

84. Применение нейтронно-активационного анализа.
85. Анализ наведенной активности.
86. Чем обусловлен выбор условий облучения при АА.
87. Методы идентификации в АА.
88. Достоинства и недостатки инструментального анализа в АА.
89. Достоинства и недостатки радиохимического анализа в АА.

6. Техника инженерной защиты

1. Основные направления инженерной экологической защиты биосферы.
2. Малоотходная и безотходная технологии и их роль в защите среды обитания.
3. Биотехнология, как метод защиты от загрязнения биосферы. Примеры.
4. Нормирование качества окружающей среды. Основные экологические нормативы качества и воздействия на окружающую среду.
5. Основные направления защиты воздушного бассейна от негативного антропогенного воздействия.
6. Способы очистки газовых выбросов от вредных примесей.
7. Метод рассеивания газовых выбросов в атмосфере.
8. Устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения для защиты атмосфера от выбросов загрязняющих веществ.
9. Экозащитные мероприятия в гидросфере.
10. Безотходные и безводные технологий, примеры.
11. Система оборотного водоснабжения, примеры.
12. Способы очистки сточных вод.
13. Закачка сточных вод в глубокие водоносные горизонты.
14. Методы очистки и обеззараживания поверхностных вод.
15. Инженерная экологическая защита подземной гидросферы.
16. Основные направления инженерной экологической защита почв.
17. Защита почв от водной и ветровой эрозии
18. Организация севооборотов и системы обработки почв с целью повышения их плодородия.
19. Мелиоративные мероприятия (борьба с заболачиванием, засолением почв и др.).
20. Этапы рекультивации почвенного покрова.
21. Характеристика циклона СИОТ.
22. Классификация аппаратов механической очистки сточных вод.
23. Методы переработки отходов.
24. Радиоактивные аэрозоли и их основные характеристики.
25. Волокнистые фильтры, применяемые для осаждения радиоактивных аэрозолей и их основные характеристики.
26. Бумажные фильтры, применяемые для осаждения радиоактивных аэрозолей и их основные характеристики.
27. Электрофильтры, применяемые для осаждения радиоактивных аэрозолей и их основные характеристики.
28. Расчет концентрации радиоактивных аэрозолей, в воздухе, прокачиваемом через фильтр.
29. Коэффициент фильтрации и коэффициент проскока. Эффективность фильтра.
30. Методы измерения концентрации радиоактивных аэрозолей (различие периода полураспада исследуемой (долгоживущих радионуклидов) и фоновой активности (R_n , T_n), различие в энергиях α -частиц долгоживущих радионуклидов, метод энергетической дискриминации). Определение концентрации долгоживущих радионуклидов.