

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «Радиационная безопасность АЭС»

**Специальность**  
«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Системы контроля и управления атомных станций»

**Квалификация выпускника**  
Инженер-физик

**Форма обучения**  
Очная

Балаково

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов современного представления о радиационной безопасности как о науке, о влиянии радионуклидов и ионизирующих излучений на живые организмы, образуемые ими сообщества и обучение студентов физическим основам радиационной безопасности, изучение вопросов обеспечения безопасности при решении производственных задач.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов теоретических знаний о радиационной безопасности как о науке;
- знакомство с практическими методами радиационного контроля объектов окружающей среды.

### **Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Изучение дисциплины «Радиационная безопасность АЭС» требует основных компетенций, знаний, умений и навыков обучающегося по дисциплинам:

- ядерная физика;
- физика ядерных реакторов;
- теория переноса нейтронов
- датчики и детекторы физических установок.

В ходе изучения курса «Дозиметрия ионизирующих излучений» обучающийся получает знания, умения и навыки для

- успешного изучения дисциплин: надежность технических систем, основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС, ремонтное обслуживание реакторного и тепломеханического оборудования АЭС;
- выполнения всех разделов курсового и дипломного проектирования, связанных с техническими разработками оборудования АЭС, УИР, а также непосредственно при практической работе выпускников по специальности.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет полностью или частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины:

- в соответствии с профессиональным стандартом «24.078. Специалист исследователь в области ядерно-энергетических технологий»: В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий;
- в соответствии с профессиональным стандартом «24.032. Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)»: В/01.7. Обеспечение взаимодействия в процессе инженерно-технической поддержки при эксплуатации реакторного оборудования, технологических систем, основных фондов реакторного отделения АЭС;
- в соответствии с профессиональным стандартом «24.033. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции»: С/01.7. Организация и контроль выполнения производственным подразделением работ по обеспечению эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС;
- в соответствии с профессиональным стандартом «24.031. Специалист в области учета и контроля ядерных материалов в области атомной энергетики»: В.7. Организация и контроль выполнения работ, связанных с учетом и контролем ядерных материалов и обеспечением ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС;
- в соответствии с профессиональным стандартом «24.030. Специалист по экологической

и радиационной безопасности плавучих атомных станций»: В/03.7. Организация контроля состояния и поддержания готовности и работоспособности систем ядерной, экологической и радиационной безопасности .

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

#### **профессиональные**

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	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
Анализ процессов в ядерных энергетических установках с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы; обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами на АЭС (и ЯЭУ).	Современная электронная схмотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно - физическими установками. Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-9 Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	З-ПК-9 Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; У-ПК-9 уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ; В-ПК-9 владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ.
Обеспечение ядерной и	Организационные	ПК-10 Способен провести оценку	З-ПК-10 Знать: критерии ядерной и радиационной

радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и другими отходами на АЭС (и ЯЭУ).	технические средства, обеспечивающие ядерную и радиационную безопасность атомных станций и ядерных энергетических установок.	ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами	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
--	--	--	--

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	выработка ответственного отношения к осуществляемой работе в области проектирования, создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты и управления ( <b>В31</b> ).	Использование для формирования культуры ядерной и радиационной безопасности, выработки ответственного отношения к осуществляемой работе в области проектирования, создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных энергетических установок воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин: Математическое моделирование процессов в оборудовании АЭС; Управление ядерными энергетическими установками; Ядерные энергетические реакторы; Автоматизированное проектирование электронных элементов и систем; Системы управления; Исполнительные устройства систем управления; Надежность технических	1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности 2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills. 3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях; 4. Участие в деятельности студенческого научного общества

		<p>систем АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация); Транспортные устройства АЭС; Парогенераторы; АСУ технологическими процессами АЭС; Жизненный цикл и проектирование АСУ технологическими процессами; Турбомашины; Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС; Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС; Автоматизация ядерных энергетических установок; Современные системы управления ЯЭУ; Радиационная безопасность АЭС; Дозиметрия ионизирующих излучений; Производство ремонта и монтажа оборудования АЭС; Ремонтное обслуживание реакторного и тепломеханического оборудования АЭС</p>	
--	--	--	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в семестре А. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часа.

### Календарный план

раз дел №	те мы	Наименование раздела/темы дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)	ия	разде лы	балл за
-----------------	----------	---	-------------------------------------	----	-------------	------------

			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1		<b>Общие сведения о радиации</b>						Т1	30
	1	Введение. История открытия радиоактивности.	8	4	-	-	4		
	2	Физические основы радиоактивности.	20	4	-	4	12		
	3	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.	18	6	-	4	8		
	4	Нормативно-правовая база обеспечения РБ.	16	6	-	-	10		
2		<b>Обеспечение радиационной безопасности АЭС</b>						Т2	30
	5	Ядерная энергетика и окружающая среда. Принципы защиты населения от радиационного воздействия.	28	6	-	4	18		
	6	Радиационный контроль.	18	6	-	4	8		
<b>Вид промежуточной аттестации</b>								<b>Зачет</b>	<b>40</b>
			<b>108/16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16/16</b>	<b>60</b>		<b>100</b>

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>Лекция 1, 2. Введение. История открытия радиоактивности.</b> 1. Развитие учения о радиоактивности, влияние его на развитие науки и техники, становление ядерной физики, радиохимии, радиоэкологии. 2. Вклад ученых мира и России в развитие учения о радиоактивности и практического его использования. 3. Основоположник радиоэкологии - академик В.И. Вернадский. 4. Роль взаимодействия общественных, естественных и технических наук в обеспечении радиационной безопасности. 5. Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека.	4	1,2,3,4,5,7,8
<b>Лекция 3, 4. Физические основы радиоактивности.</b> 1. Основные понятия, термины, определения и принятые сокращения в области использования атомной энергии (ОИАЭ) и обеспечения радиационной безопасности (РБ). 2. Строение атомов, изотопы. Понятие о радиоактивности,	4	1,2,3,4,5,7,8

<p>единицы измерения.</p> <p>3. Виды ионизирующего излучения. Типы распадов. Законы радиоактивных распадов.</p> <p>4. Ядерно-физические характеристики радионуклидов.</p> <p>5. Ядерные реакции и наведенная радиоактивность.</p> <p>6. Методы защиты от ионизирующего излучения.</p> <p>7. Источники ионизирующего излучения, общая характеристика и классификация.</p>		
<p>Лекция 5-7. <b>Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.</b></p> <p>1. Взаимодействие ионизирующих излучений со средой и характеристики радиоактивных излучений.</p> <p>2. Химическое действие ионизирующего излучения.</p> <p>3. Внутреннее и внешнее облучение. Пути поступления радионуклидов в окружающую среду и организм человека.</p> <p>4. Воздействие ионизирующего излучения на организм. Биологические и радиационные эффекты воздействия (соматические, стохастические, генетические).</p> <p>5. Радиочувствительность. Пороговые и беспороговые эффекты. Концепции приемлемого и нулевого риска. Коэффициенты качества излучений.</p> <p>6. Дозы облучения, единицы измерения. Вклад различных источников ионизирующего излучения в дозу облучения населения.</p> <p>7. Радиационная безопасность при медицинском облучении.</p> <p>8. Радиационная безопасность при воздействии природных и техногенных источников излучения.</p>	6	1,2,3,4,5,7,8
<p>Лекция 8-10. <b>Нормативно-правовая база обеспечения РБ.</b></p> <p>1. Правовое обеспечение радиационной безопасности населения: законы и Постановления в области охраны окружающей среды, радиационной безопасности, использования атомной энергии.</p> <p>2. Нормы радиационной безопасности, основные принципы нормирования.</p> <p>3. Нормативные документы 1-го и 2-го порядка.</p> <p>4. Основные правила обеспечения РБ.</p> <p>5. Классы работ с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения; радиационная гигиена и санитария.</p> <p>6. Административная и уголовная ответственность организаций и физических лиц за нарушение законодательства в области использования атомной энергии и охраны окружающей среды.</p> <p>7. Нормативно-правовая деятельность предприятий ФГУП «РосАтома».</p>	6	1,2,3,4,5,7,8
<p>Лекция 11-13. <b>Ядерная энергетика и окружающая среда. Принципы защиты населения от радиационного воздействия.</b></p> <p>1. Мероприятия по обеспечению РБ.</p> <p>2. Использование атомной энергии в военных и мирных целях. Создание ядерных реакторов и строительство атомных станций.</p>	6	1,2,3,4,5,7,8

<p>3. Испытания ядерного оружия и его последствия. Подземные ядерные взрывы.</p> <p>4. Перспективы развития ядерной и термоядерной энергетики.</p> <p>5. Основные этапы ядерного топливного цикла.</p> <p>6. Ядерные материалы, сырье и методы получения.</p> <p>7. Радиоактивное загрязнение окружающей среды на различных этапах эксплуатации АЭС.</p> <p>8. Радиационная безопасность атомных станций и ядерно-технических установок.</p> <p>9. Понятие о радиоактивных отходах (РАО), их классификации.</p> <p>10. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с РАО.</p> <p>11. Требования, предъявляемые к сбору, сортировке, упаковке, учету и контролю РАО, транспортировке.</p> <p>12. Радиационные аварии: классификация, причины и последствия, мероприятия по предупреждению; мероприятия по ликвидации и обеспечению радиационной безопасности.</p> <p>13. Сравнительный анализ последствий Чернобыльской (1986) и Фокусимской (2011) радиационных аварий. Дезактивация загрязненных территорий.</p> <p>14. Предотвращение ядерного и радиационного терроризма. Международное сотрудничество в области радиационной безопасности и охраны окружающей природной среды.</p>		
<p>Лекция 14-16. <b>Радиационный контроль.</b></p> <p>1. Физические основы регистрации ионизирующих излучений. Методы обнаружения и измерения радиоактивных излучений.</p> <p>2. Свойства закона Пуассона и его применение в экспериментальной ядерной физике. Связь закона Пуассона с законом Гаусса при регистрации радиоактивных излучений.</p> <p>3. Понятие о радиационном контроле (РК).</p> <p>4. Требования к проведению радиационного контроля и обеспечению РБ, изучению радиационной обстановки.</p> <p>5. Методы радиационного контроля: дозиметрия, радиометрия, спектрометрия, радиография, радиохимия.</p> <p>6. Приборы и аппаратура для радиационного контроля: основные типы и виды, назначение, технические характеристики, устройство, принципы работы.</p> <p>7. Организация радиационного мониторинга на предприятиях атомной промышленности.</p> <p>8. Контроль доз облучения персонала, контроль состояния природной среды в районе расположения АЭС.</p> <p>9. Радиационная обстановка в Российской Федерации.</p>	6	1,2,3,4,5,7,8

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
---	-------------	---------------------------------



1	2	3
Решение задач на радиоактивный распад, активность радионуклидов, взаимосвязь дозовых единиц измерений	2	1,2,3,6
Решение задач на определение дозовых нагрузок от заданных источников	2	1,2,3,6
Решение задач на определение активности проб по показаниям дозиметрии	2	1,2,3,6
Решение задач на расчет дозовых нагрузок с учетом внутреннего и внешнего облучения различных органов	2	1,2,3,6
Оценка радиационной обстановки при разрушении (аварии) радиационноопасных объектов	4	1,2,3,6
Нормы радиационной безопасности и основные санитарные правила, их практическое применение	4	1,2,3,6

### **Задания для самостоятельной работы студентов**

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Изучение публикаций МКРЗ по заболеваемости и смертности.	16	1,2,3,4,5,6,7,8
Изучение статистики по последствиям крупных радиационных аварий.	8	1,2,3,4,5,6,7,8
Химическое действие ионизирующего излучения.	10	1,2,3,4,5,6,7,8
Изучение нормативной документации: НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99/2010, СП АС-03, ПРБ АС-99 в части основных нормируемых величин, дозовых нагрузок. Зонирование территории АЭС, организация радиационно-опасных работ.	18	1,2,3,4,5,6,7,8
Роль службы радиационной безопасности. Природные и техногенные источники излучения	8	1,2,3,4,5,6,7,8

#### **Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

При изучении дисциплины «Радиационная безопасность АЭС» применяются следующие образовательные технологии:

- классическое лекционное обучение с использованием наглядных пособий;
- проведение лекций при поддержке мультимедиа;
- проведение практических занятий с решением примеров у доски, а также при поддержке мультимедиа, самостоятельное решение задач обучающимися в присутствии преподавателя;
- проблемный подход;
- разноуровневое обучение;
- самостоятельное изучение дисциплины обучающимися при помощи учебных печатных и электронных изданий;

– информационно-коммуникационные технологии – в институте имеются специализированные помещения для самостоятельной работы, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе;

– автоматизация расчетов и математическое моделирование механических систем;

– интерактивный глоссарий по дозиметрии ионизирующих излучений;

– методические указания (в том числе в электронной форме) по различным разделам дисциплины.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

#### **Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
1	Общие сведения о радиации	З-ПК-3, У- ПК-3, В- ПК-3, У- ПК-9, В- ПК-9, З- ПК-9	Практические занятия Опрос в форме теста.
2	Обеспечение радиационной безопасности АЭС	З-ПК-3, У- ПК-3, В- ПК-3, З-ПК-10, У- ПК-10, В- ПК-10, У- ПК-9, В- ПК-9, З- ПК-9	Практические занятия Опрос в форме теста.
<b>Промежуточная аттестация</b>			
1	Зачет	З-ПК-3, У- ПК-3, В- ПК-3, У- ПК-9, В- ПК-9, З- ПК-9, З-ПК-10, У- ПК-10, В- ПК-10	Вопросы к зачету (устно)

**Входной контроль** предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

#### **Вопросы к собеседованию**

1. Гамма-излучение ядер. «Электрические» и «магнитные» переходы.
2. Ядерные реакции под действием гамма-квантов.
3. Энергия связи нуклонов в ядре. Средняя энергия связи нуклонов. Устойчивость ядер.
4. Внутренняя конверсия.

5. Энергетические потери частиц на ионизацию и возбуждение. Ионизационный пробег.
6. Взаимодействие гамма-квантов с веществом
7. Прямые ядерные реакции. Реакции под действием дейтронов.
8. Особенности ядерных реакций под действием заряженных частиц.
9. Основные характеристики радиоактивного распада ядер.
10. Законы радиоактивного распада.
11. Энергетические условия возможности радиоактивного распада.
12. Ядерная изомерия
13. Деление ядра (механизм деления на основе капельной модели).
14.  $\alpha$ -Распад. Механизм  $\alpha$ -распада.
15. Сечение ядерных реакций при низких энергиях.
16. Кварковая модель адронов.
17. Радиационные потери заряженных частиц.
18.  $\beta$ -распад. Различные виды  $\beta$ -распада.
19. Качественное рассмотрение механизма  $\beta$ -распада.
20. Образование химических элементов в природе.

#### Шкала оценивания обучающегося на входном контроле

Требования к знаниям, умениям и навыкам обучающегося	Баллы рейтинговой оценки
Обучающийся отлично владеет основными понятиями математики, физики, начертательной геометрии и инженерной графики, знает и умеет применять основные формулы и законы, может решать нестандартные задачи.	5
Обучающийся хорошо владеет большей частью основных понятий математики, физики, начертательной геометрии и инженерной графики, знает и умеет применять основные формулы и законы, владеет методикой решения типовых задач.	2-4
Обучающийся имеет удовлетворительный уровень знания математики, физики, начертательной геометрии и инженерной графики, знает основные формулы и законы, способен решать простейшие задачи.	1
Обучающийся практически не овладел значительной частью программного материала и не владеет важнейшими инструментами математики, физики и начертательной геометрии и инженерной графики, не умеет решать даже типовых задач.	0

#### Оценочные средства для текущего контроля

##### Раздел 1

##### Тест 1 - Общие сведения о радиации

1. Что называется изотопами?
  - а) атомы, имеющие ядра с одинаковым числом протонов и нейтронов
  - б) атомы, имеющие ядра с одинаковым числом протонов, но различающиеся по числу нейтронов
  - в) атомы, ядра которых состоят из положительно заряженных протонов и электрически нейтральных нейтронов
2. Какой из перечисленных органов человека наиболее чувствителен к воздействию ионизирующего излучения?
  - а) кожа

- б) гонады  
в) щитовидная железа
3. Что собой представляет  $\alpha$  – излучение?  
а) поток электронов  
б) поток ядер гелия  
в) фотонное излучение
4. Какое из перечисленных излучений обладает наибольшей проникающей способностью?  
а)  $\beta$  – излучение  
б)  $\gamma$  – излучение  
в)  $\alpha$  – излучение
5. Какое из перечисленных излучений обладает наибольшей ионизирующей способностью?  
а) рентгеновское  
б)  $\alpha$  – излучение  
в) нейтронное
6. Какая величина определяется с учётом чувствительности органов и тканей к воздействию ионизирующего излучения  
а) эффективная доза  
б) эквивалентная доза  
в) экспозиционная доза
7. Что такое активность  $A$  радионуклида?  
а)  $A = dN/dt$ , где  $dN$  – число спонтанных ядерных превращений;  $dt$  – промежуток времени  
б)  $A = F/S$ , где  $F$  – световой поток, лм;  $S$  – освещаемая площадь,  $m^2$   
в)  $A = E/t$ , где  $E$  – энергия, переданная ионизирующим излучением веществу, МэВ;  $t$  – масса вещества, кг
8. В каких единицах измеряется активность радиоактивного препарата?  
а) Грей  
б) Беккерель  
в) Бэр
9. В каких единицах измеряется поглощенная доза?  
а) Рентген  
б) Зиверт  
в) Грей.
10. В каких единицах измеряется эффективная доза?  
а) Кюри  
б) Зиверт  
в) Рад

## Раздел 2

### Тест - 2 – Обеспечение радиационной безопасности АЭС

1. Кем было открыто явление радиоактивности в 1896 году?  
а) А.А. Беккерель  
б) С.И. Ньютон  
в) П. Кюри
2. Что такое эквивалентная доза?  
а)  $D = dE/dm$ ;  
б)  $H_{T,R} = W_R D_{T,R}$ ;  
в)  $X = dQ/dm$ .
3. Что такое эффективная доза?  
а)  $W = dX/dt$ ;

б)  $E = \sum W_T H_T$ ;

в)  $A = dN/dt$ .

4. Пути поражения клеток организма ионизирующим излучением:

а) *прямой*

б) *косвенный*

в) *прямой и косвенный*

г) *неопределенный*

5. Дезактивация – это?

а) *удаление или снижение радиоактивного загрязнения с какой-либо поверхности или из какой-либо среды*

б) *действие, направленное на снижение вероятности облучения, либо дозы или неблагоприятных последствий облучения*

в) *воздействие на человека ионизирующего излучения*

6. Сколько степеней тяжести имеет хроническая лучевая болезнь?

а) 2

б) 3

в) 4

г) 5

7. Для обеспечения радиационной безопасности при эксплуатации источников ионизирующих излучений руководствуются следующими принципами:

а) *обоснования и нормирования*

б) *нормирования и оптимизации*

в) *оптимизации и обоснования*

г) *нормирования, оптимизации и обоснования*

8. Эффективная доза для населения не должна превышать:

а) *20 мЗв за период жизни 50 лет*

б) *30 мЗв за период жизни 60 лет*

в) *45 мЗв за период жизни 65 лет*

г) *70 мЗв за период жизни 70 лет*

9. Контроль облучения населения ионизирующими излучениями производится:

а) *радиометрами*

б) *рентгенометрами*

в) *дозиметрами*

г) *все ответы верны*

10. Закрытый источник — это

а) *радионуклидный источник излучения, устройство которого исключает поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан*

б) *радионуклидный источник излучения, при использовании которого возможно поступление содержащихся в нем радиоактивных веществ в окружающую среду*

в) *радионуклидный источник излучения, при использовании которого возможно поступление содержащихся в нем радиоактивных веществ из окружающей среды*

#### Шкала оценивания тестовых заданий

Параметры	Оценка (по 10-ти балльной системе)	Оценка по ECTS
Студент правильно ответил на 90-100% вопросов тестового	15	A

задания		
Студент правильно ответил на 85-89% вопросов тестового задания	11-14	B
Студент правильно ответил на 75-84% вопросов тестового задания		C
Студент правильно ответил на 70-74% вопросов тестового задания		D
Студент правильно ответил на 65-69% вопросов тестового задания	9-10	E
Студент правильно ответил на 60-64% вопросов тестового задания		
Студент правильно ответил на 0-59% вопросов тестового задания	1-8	F

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### Вопросы к зачету

1. Ионизирующие излучения. Основные положения. Виды источников излучения. Численные и дозовые характеристики. Поглощённая, экспозиционная и эквивалентная дозы.
2. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.
3. Взаимодействие альфа-излучения с веществом. 4. Взаимодействие бета-излучения с веществом.
5. Взаимодействие нейтронов с веществом. Формирование дозы нейтронов.
6. Формирование дозы гамма-излучения. Коэффициенты передачи и поглощения энергии.
7. Керма. Керма-постоянная и керма-эквиваленты. Расчёт доз с их помощью.
8. Влияние ионизирующих излучений. Эквивалентная и эффективная эквивалентная дозы. Внешнее и внутреннее излучение.
9. Проникающие способности различных видов излучений
10. Детерминированные последствия облучения. Лучевая болезнь. радиочувствительность различных тканей.
11. Стохастические последствия облучения. Связь заболеваемости, приемлемых рисков и допускаемых дозовых нагрузок.
12. Материалы, применяемые для защиты от нейтронов и гамма-квантов, и их свойства.
13. Поступления радионуклидов в организм. Нормирование по НРБ-99/2009
14. Источники ионизирующих излучений в ядерно-топливном цикле. Добыча урана, изготовление топлива.
15. Источники ионизирующих излучений на АЭС. Активная зона.
16. Источники ионизирующих излучений на АЭС. Активность теплоносителя.
17. Устройство биологической защиты ядерного реактора
18. Основы дозиметрии. Ионизационный метод детектирования излучений.
19. Основы дозиметрии. Сцинтилляционный метод детектирования излучений
20. Основы дозиметрии. Обзор методов детектирования излучений
21. Обеспечение радиационной безопасности на АЭС. Отдел радиационной безопасности
22. Контроль радиационной обстановки вокруг АЭС. Выбросы активности АЭС и их контроль
23. Нормирование облучения персонала АЭС по НРБ-99/2009
24. Нормирование облучения населения по НРБ-99/2009

### Шкала оценивания обучающегося на зачете

Уровень освоения материала	Оценка (стандартная)	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	«Зачтено»	36-40
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.		31-35
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.		24-30
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	«Не зачтено»	0-23

Баллы итоговой рейтинговой оценки по дисциплине «Радиационная безопасность АЭС»:

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Требования к знаниям
100-85	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют

нарушения. В ответах отсутствуют выводы.
--

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Климанов, В. А. Дозиметрия ионизирующих излучений : учебное пособие / В. А. Климанов, Е. А. Крамер-Агеев, В. В. Смирнов ; под редакцией В. А. Климанова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 740 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/126644/#468>
2. Коннова, Л. А. Основы радиационной безопасности : учебное пособие / Л. А. Коннова, М. Н. Акимов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 164 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/123473/#3>.
3. Мархоцкий, Я.Л. Основы радиационной безопасности населения [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2014. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65267> .
4. Микшевич, Н. В. Радиационная безопасность : учебное пособие / Н. В. Микшевич. — Екатеринбург : УрГПУ, 2016. — 182 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/158986/#4>

#### **Дополнительная литература:**

5. Барин, С. В. Оценка уровня ионизирующих излучений в нормальных условиях и аварийных ситуациях : учебное пособие / С. В. Барин, А. Г. Кузьмин. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 63 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/93090/#1>
6. Мельник, Н. А. Практикум по дозиметрии и радиометрии : учебное пособие / Н. А. Мельник. — Мурманск : МГТУ, 2014. — 212 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/142619/#5>
7. Елохин, А. П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды : учебное пособие / А. П. Елохин. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/75708/#5>
8. Королев, С. А. Датчики и детекторы физико-энергетических установок : учебное пособие / С. А. Королев, В. П. Михеев. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 232 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/75706/#4>

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебной аудитории, оборудованной видеопроектором, экраном, персональным компьютером и динамиками.

Для самостоятельной работы обучающихся имеются специализированные помещения, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе института.

На компьютерах установлено лицензионное программное обеспечение.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

#### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим



выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в практических занятиях.

Перед посещением практического занятия уяснить тему и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

## 3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и

процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практического занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практического занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.



При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Рабочую программу составил профессор

Рецензент: доцент

 Чернова Н. М.  
 Барановская Л. В.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг от 04.07.2023 года, протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии

 Магерамов Р. А.