

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

по дисциплине

РАДИАЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ

название дисциплины

для направления подготовки

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

образовательная программа

Радиационная безопасность атомных станций

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Радиационная экология» 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 по дисциплине «Радиационная экология» 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	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
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	3-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-10.1	Способен к анализу и оценке воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды	3-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;
ПК-10.2	Способен к оценке соответствия производственно-технологических решений требованиям радиационной безопасности и разработке необходимых компенсирующих мероприятий	3-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;

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП специалитета

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 7 семестр			
1.	Разделы 1, 2, 3	З-ПК-1, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, З-ПК-10.2, У-ПК-10.2, В-ПК-10.2	Контрольная работа 1
2.	Разделы 4, 5	З-ПК-1, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, З-ПК-10.2, У-ПК-10.2, В-ПК-10.2	Контрольная работа 2
Промежуточная аттестация, 6 семестр			
	Экзамен	З-ПК-1, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, З-ПК-10.2, У-ПК-10.2, В-ПК-10.2	Экзаменационный билет

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> 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	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	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

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
Семестр 7			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
Контрольная работа 1		18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30

<i>Контрольная работа 2</i>		18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
<i>Экзаменационный билет</i>	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную работу на занятиях.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

4. 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 подготовки	14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»
Образовательная программа	«Радиационная безопасность атомных станций»
Дисциплина	Радиационная экология

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

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

Критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка «отлично» (35-40 баллов) 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» (29-34 балла) 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» (25-28 баллов) 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» (0-24 балла) 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, демонстрации практических навыков, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

Описание шкалы оценивания:

Оценка	Вопрос 1	Вопрос 2	Задача	БРС
Отлично	11-12	11-12	14-16	36-40
Хорошо	9-11	9-11	12-13	30-35
Удовлетворительно	7-9	7-9	10-11	24-29
Неудовлетворительно	<7	<7	<10	<24

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 подготовки	14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»
Образовательная программа	«Радиационная безопасность атомных станций»
Дисциплина	Радиационная экология

КОМПЛЕКТ ЗАДАЧ К ЭКЗАМЕНУ

- Задача 1.** Активность К-40 в расчете на каждый грамм химического элемента К составляет 31 расп/с. Какое количество калийных удобрений можно внести в почву (в кг/м² по калию), чтобы увеличение уровня радиоактивного загрязнения не превысило 5 Ки/км²?
- Задача 2.** Удельная активность Cs-137 в почве составляет 900 Бк/кг, а Sr-90 – 100 Бк/кг. Глубина пахотного слоя 25 см, плотность почвы 1 г/см³. Найдите поверхностную плотность радиоактивного загрязнения
- Задача 3.** Удельная активность почвы 500 Бк/кг. Найти плотность загрязнения при глубине пахотного слоя 20 см и плотности почвы 1,4 г/см³
- Задача 4.** Содержание калия в почве – 100 г/кг. Какова плотность радиоактивного загрязнения? (глубина пахотного слоя 25 см, плотность почвы 1 г/см³)
- Задача 5.** Какова удельная активность Cs-137 в почве в зоне отселения Чернобыльской АЭС (>40 Ки/кв.км)? Глубина пахотного слоя 25 см, плотность почвы $\rho=1$ г/см³.
- Задача 6.** Пусть удельная активность в почве (дерново-подзолистая супесчаная) Cs-137 - 4000 Бк/кг. Какова будет активность 1 кг зерна ячменя? (расчет через КП)
- Задача 7.** Плотность радиоактивного загрязнения территории Sr-90 составляет 1 Ки/км². Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Какое количество Sr-90 содержит картофель, выращенный на этой территории? Можно ли его употреблять в пищу?
- Задача 8:** Плотность радиоактивного загрязнения территории Cs-137 составляет 5 Ки/км². Почва – дерново-подзолистая супесчаная. Глубина пахотного слоя 25 см, плотность почвы 1 г/см³. Какое количество Cs-137 содержит ячмень, выращенный на этой территории?
- Задача 9.** Пусть плотность загрязнения почвы Cs-137 – 0,40 Ки/км², Sr-90 – 500 Бк/м². Почва дерново-подзолистая песчаная. Можно ли получить в этих условиях картофель, пригодный для употребления?
- Задача 10.** Плотность поверхностного загрязнения почвы (дерново-подзолистая супесчаная почва) 10 Ки/км² по Cs-137. Можно ли в этих условиях производить мясо и молоко КРС, если суточный рацион животных состоит из 5 кг сена, 10 кг силоса и 4 кг комбикорма (из зерна ячменя)?
- Задача 11.** Можно ли употреблять молоко коров, в рацион которых добавляли 5 кг/сутки кукурузы, выращенной на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с уровнем загрязнения по Cs-137 15 Ки/кв.км?

- Задача 12.** Рацион крупного рогатого скота состоит из 5 кг сена и 20 кг силоса, которые получены на территории с уровнем радиоактивного загрязнения почвы (дерново-подзолистая песчаная) 15 Ки/км^2 по Cs-137. Можно ли употреблять в пищу мясо этих животных?
- Задача 13.** Рацион крупного рогатого скота состоит из 5 кг сена и 20 кг силоса, которые получены на территории с уровнем радиоактивного загрязнения почвы (дерново-подзолистая среднесуглинистая) 1 Ки/км^2 по Sr-90. Можно ли употреблять в пищу молоко этих животных?
- Задача 14.** Годовое потребление продуктов питания животного происхождения для среднестатистического жителя России составляет: мясо – 60 кг, молоко – 300 л. Какую дозу внутреннего облучения получит население, если половина потребляемого им молока и мяса будет иметь максимально допустимые уровни радиоактивного загрязнения по Cs-137?
- Задача 15.** Годовое потребление хлеба и картофеля для среднестатистического жителя России составляет 100 и 120 кг, соответственно. Какую дозу внутреннего облучения получит население, если $1/4$ потребляемого им хлеба и картофеля будет иметь максимально допустимые уровни радиоактивного загрязнения по Cs-137?

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 подготовки	14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»
Образовательная программа	«Радиационная безопасность атомных станций»
Дисциплина	Радиационная экология

Комплект заданий к контрольной работе 1

Тема:

- Источники ИИ в окружающей среде
- Поведение радионуклидов в наземных экосистемах, часть 1

Вопросы к контрольной работе 1:

Природный радиационный фон. Источники ионизирующего излучения естественного происхождения: космическое излучение, космогенные радионуклиды, естественные радионуклиды земного происхождения. Техногенно измененный ЕРФ.

Источники радиоактивного загрязнения окружающей среды. Искусственные источники излучений, используемые в медицине, промышленности и др.

Доза облучения человека от природного радиационного фона

Поступление радионуклидов в компоненты экосистем. Состав и виды техногенных радиоактивных выпадений: радиоизотопный состав, формы присутствия радионуклидов в выбросах, радиоактивные выпадения из атмосферы.

Количественные характеристики радиоактивного загрязнения почвы (удельная активность, плотность загрязнения) и связь между ними.

Поведение радионуклидов в почве. Почва как исходное звено миграции радионуклидов в природной среде. 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. Свойства радиологически значимых радионуклидов.

Вариант 1

Часть А: выполнить тестовые задания

1. Среди РН искусственного происхождения, которые могут быть загрязнителями почв, выделяют 1) продукты деления,
2) РН наведенной активности и 3) _____
2. Приведите пример РН, который присутствует в выбросах в газообразной форме

3. Сорбция РН почвой
 - a. способствует миграции РН вниз по профилю
 - b. способствует снижению поступления РН в растения
 - c. повышает доступность РН растениям
4. Верно ли, что за четыре периода полураспада активность изотопа уменьшится в 16 раз?
да / нет _____
5. Сухое осаждение РН из атмосферы происходит под действием силы тяжести
да / нет _____
6. В суглинистых почвах содержание естественных РН обычно больше, чем в песчаных
да / нет _____
7. Какие почвы менее прочно удерживают РН?
 - a. глинистые
 - b. песчаные
 - c. черноземные
8. Главной компонентой космического ионизирующего излучения являются:
 - a. электромагнитные волны
 - b. α - частицы
 - c. протоны
 - d. ядра атомов C, N, O
9. Существуют ли формы К-40 в почве кроме водорастворимой?
да / нет _____
10. Назовите 2-3 источника Н-3 в биосфере

11. Какой радионуклид – Cs-137 или Sr-90 – в большей мере склонен к фиксации (необменной сорбции) твердой фазой почв?
 - a. Cs-137
 - b. Sr-90
 - c. оба
 - d. этот тип фиксации не существует
12. Концентрация РН в почве измеряется в Беккерелях и Кюри
да / нет _____
13. Назовите наиболее важный(е) искусственный(е) источник(и) радиации для человека :
 1. радон
 2. внутреннее облучение от ^{40}K

3. залежи полезных ископаемых
4. медицина
5. ядерная энергетика
6. испытания ядерного оружия
7. бытовые приборы

Часть В: Дайте развернутый ответ на один из предложенных вопросов:

- Какие факторы влияют на сорбцию радионуклидов в почве? Каким образом?
- Техногенно измененный естественный радиационный фон

Часть С: Решите задачу

Плотность радиоактивного загрязнения территории Cs-137 составляет 5 Ки/км^2 . Почва – дерново-подзолистая супесчаная. Глубина пахотного слоя 25 см, плотность почвы 1 г/см^3 . Найдите удельную активность почвы

Вариант 2

Часть А: выполнить тестовые задания

1. Приведите три примера естественных радионуклидов, которые содержатся в почве

2. Какой источник поступления С-14 в биосферу является преобладающим – естественный или глобальные испытания?

3. Перечислите формы присутствия радионуклидов в аварийных выбросах (в атмосферу): _____
4. Форма радионуклида в аварийном выбросе зависит от периода полураспада
да / нет _____
5. Накопление РН в верхних слоях почвы
 1. повышает доступность РН для растений
 2. способствует снижению поступления РН в растения
 3. препятствует вертикальной миграции РН
6. Радионуклиды фиксируются менее прочно
 - a. в кислых почвах
 - b. в нейтральных почвах
 - c. в щелочных почвах
7. Единицей измерения плотности радиоактивного загрязнения является _____
8. Есть ли у Sr стабильный изотоп?
да / нет _____
9. Техногенно измененный естественный радиационный фон формируется в результате :
 - a. захоронения радиоактивных отходов
 - b. извлечения полезных ископаемых (мин. удобрения)
 - c. использования строительных материалов, содержащие радионуклиды
 - d. испытаний ядерного оружия

10. РН естественного происхождения обычно сосредоточены в верхнем слое почвы
да / нет
11. К космогенным радионуклидам относят:
 а. ^{60}Co с. ^{235}U
 б. ^{14}C д. ^3H
12. Верно ли, что радиоактивность измеряется в Рентгенах?
13. Верно ли, что концентрацию радионуклидов в веществе называют удельной активностью?
да / нет

Часть В: Дайте развернутый ответ на один из предложенных вопросов:

- Как свойства почвы влияют на поведение радионуклидов в ней?
- Поступление техногенных радионуклидов в наземные экосистемы

Часть С: Решите задачу

Удельная активность Sr-90 в почве составляет 100 Бк/кг. Почва – дерново-подзолистая супесчаная. Глубина пахотного слоя 25 см, плотность почвы 1 г/см³. Найти плотность поверхностного загрязнения территории

Критерии оценивания компетенций (результатов) и описание шкалы оценивания:

	Критерии оценивания и комментарии	Максимально
Часть А	Часть А содержит 10 вопросов. Число баллов определяется как процент правильных ответов, пересчитанный в баллы от максимально возможной оценки	10 баллов
Часть В	- свободное владение теоретическим материалом по дисциплине; - правильное применение специальной терминологии; - владение и практическое применение межпредметных связей; - иллюстрирование теоретических положений конкретными примерами;	10 баллов
Часть С	- умение выбрать правильный метод решения задачи; - умение пользоваться формулами, знание обозначений; - получение правильного числового результата; - верная интерпретация результата в соответствии с вопросом задачи	10 баллов
ИТОГО		до 30 баллов

Контрольное мероприятие считается зачтенным, если студент набрал не менее 18 баллов.

Тема:

- Поведение радионуклидов в наземных экосистемах
- Дозообразование у растений и животных

Вопросы к контрольной работе 2:

Поступление радионуклидов в растения. Пути поступления радионуклидов в растение. Аэральное поступление. Корневое поступление. Основные факторы, способствующие внекорневому и корневому поглощению радионуклидов растениями. Количественные показатели, характеризующие поступление радионуклидов в растения: коэффициент накопления, коэффициент перехода.

Радионуклиды в организме животных. Пути поступления радионуклидов в организм животных, их значимость. Этапы метаболизма радионуклидов в организме: всасывание, распределение, накопление, выведение. Факторы, модифицирующие поведение радионуклидов в организме животных.

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. Принцип скрининговой оценки доз облучения.

Вариант 1

Часть А: выполнить тестовые задания

1. Найдите неверное высказывание: Всасывание радионуклидов выше, если они
 - образуют растворимые соединения
 - поступают в организм молодых животных
 - поступают в организм крупных животных
2. Высокое всасывание в ЖКТ характерно для изотопов химических элементов I группы таблицы Менделеева
 - Да
 - Нет
3. Аэральный путь загрязнения не имеет большого значения
 - для растений
 - для радионуклидов с низкой биологической доступностью
 - в отдаленный период аварии
4. Время, в течение которого выводится половина вещества из организма, называется
 - периодом полураспада
 - временем жизни
 - постоянной распада
 - периодом полувыведения
5. Коэффициент перехода (КП) измеряется в
 - Бк/кг / Бк/кг
 - Бк/кг / Ки/кв.км
 - Ки/кв.км / Бк/кг
 - безразмерный

6. Удельная активность ^{137}Cs в злаковом растении составляет 12 Бк/кг. Удельная активность ^{137}Cs в почве – 24 Бк/кг. Коэффициент накопления радионуклида в растении составляет
- 0,0005
 - 0,5
 - 2
 - Нельзя определить
7. Какими путями может происходить выведение радионуклидов из организма, кроме ЖКТ, почек и печени?
-
8. Эффективный период полувыведения тем ниже, чем
- ниже период полураспада
 - ниже период биологического полувыведения
 - старше животное
9. Какой тип распределения радионуклидов в организме характерен для изотопов кальция и стронция?
-
10. Перечислите пути поступления радионуклидов в организм животного
-

Часть В: Дайте развернутый ответ на один из предложенных вопросов:

- Какие факторы влияют на величину поступления радионуклидов в растения из почвы? Каким образом?
- Какие факторы влияют на выведение радионуклидов из организма животного? Каким образом?

Часть С: Решите задачу

Рассчитать дозу облучения речной придонной рыбы при загрязнении Cs-137 донных отложений (1000 Бк/кг) и воды (500 Бк/кг)

Вариант 2

Часть А: выполнить тестовые задания

1. Корневой путь загрязнения растений не имеет большого значения
- в ранний период аварии
 - для легко растворимых радионуклидов
 - в отдаленный период аварии
 - для растений с хозяйственной ценной надземной частью
2. Высокое всасывание в ЖКТ характерно для изотопов химических элементов III группы таблицы Менделеева
- Да
 - Нет
3. Какой тип распределения в организме характерен для радиоцезия?
-
4. Эффективный период полувыведения тем выше, чем
- ниже период полураспада
 - выше период биологического полувыведения
 - моложе животное
5. Перечислите основные типы распределения радионуклидов в организме животного
-

6. Коэффициент накопления (КН) измеряется в
- Бк/кг / Бк/кг
 - Бк/кг / Ки/кв.км
 - Ки/кв.км / Бк/кг
 - безразмерный
7. Найдите неверное высказывание: Всасывание радионуклидов выше, если они
- образуют растворимые соединения
 - поступают в организм молодых животных
 - поступают в организм крупных животных
8. Явление биологического разбавления
- увеличивает радиоактивное загрязнение растений
 - уменьшает радиоактивное загрязнение растений
 - увеличивает корневое поступление радионуклидов
 - уменьшает корневое поступление радионуклидов
9. Какой путь поступления радионуклидов в организм животного имеет ведущее значение в ранний период после радиационной аварии?
10. Удельная активность ^{90}Sr в злаковом растении составляет 12 Бк/кг. Поверхностная плотность загрязнения – 1.2 Ки/кв.км. Коэффициент накопления радионуклида в растении составляет
- 0,1
 - 1
 - 10
 - Нельзя определить
- Часть В: Дайте развернутый ответ на один из предложенных вопросов:
- Какие характеристики источника облучения нужно учитывать при оценке доз облучения растений?
 - Какие факторы влияют на всасывание радионуклидов в организм животного? Каким образом?

Часть С: Решите задачу

Рассчитать дозу облучения речного водного растения при загрязнении Sr-90 донных отложений (700 Бк/кг) и воды (500 Бк/кг)

Вариант 3

Часть А: выполнить тестовые задания

1. Аэральный путь загрязнения не имеет большого значения
- для низких растений
 - для радионуклидов с низкой биологической доступностью
 - в отдаленный период аварии
2. Коэффициент перехода (КП) измеряется в
- Бк/кг / Бк/кг
 - Бк/кг / Ки/кв.км
 - Ки/кв.км / Бк/кг
 - безразмерный
3. Коэффициент накопления радионуклида из почвы в растение выше для молодых растений

- в конце вегетационного периода
 - на песчаных почвах
 - на глинистых почвах
 - для нерастворимых соединений радионуклида
4. Коэффициент всасывания Sr-90 в ЖКТ молодых животных гораздо выше, чем для взрослых животных
- Да
 - Нет
 - зависит от вида животного
5. Явление биологического разбавления
- увеличивает радиоактивное загрязнение растений
 - уменьшает радиоактивное загрязнение растений
 - увеличивает корневое поступление радионуклидов
 - уменьшает корневое поступление радионуклидов
6. Удельная активность ^{137}Cs в моркови составляет 12 Бк/кг. Удельная активность ^{137}Cs в почве – 36 Бк/кг. Коэффициент накопления радионуклида в растении составляет
- 0,03
 - 0,33
 - 3,0
 - Нельзя определить
7. Какой путь поступления радионуклидов в организм животного имеет ведущее значение в отдаленный период после радиационной аварии?
- _____
8. Перечислите пути поступления радионуклидов в организм животного
- _____
9. Для изотопов щелочных химических элементов характерно низкое всасывание в ЖКТ
- Да
 - Нет
10. Какой тип распределения радионуклидов в организме характерен для трития?
- _____

Часть В: Дайте развернутый ответ на один из предложенных вопросов:

- Какие характеристики источника облучения нужно учитывать при оценке доз внешнего облучения животных?
- Какие факторы влияют на аэральное поступление радионуклидов в растение? Каким образом?

Часть С: Решите задачу

Рассчитать дозу облучения морской пелагической рыбы при загрязнении Sr-90 донных отложений (500 Бк/кг) и воды (100 Бк/кг)

Критерии оценивания компетенций (результатов) и описание шкалы оценивания:

	Критерии оценивания и комментарии	Максимально
Часть А	Часть А содержит 10 вопросов. Число баллов определяется как процент правильных ответов, пересчитанный в баллы от максимально возможной оценки	10 баллов
Часть В	• свободное владение теоретическим материалом по	10 баллов

	дисциплине; • правильное применение специальной терминологии; • владение и практическое применение межпредметных связей; • иллюстрирование теоретических положений конкретными примерами;	
Часть С	• умение выбрать правильный метод решения задачи; • умение пользоваться формулами, знание обозначений; • получение правильного числового результата; • верная интерпретация результата в соответствии с вопросом задачи	10 баллов
ИТОГО		до 30 баллов

Контрольное мероприятие считается зачтенным, если студент набрал не менее 18 баллов.

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 подготовки	14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»
Образовательная программа	«Радиационная безопасность атомных станций»
Дисциплина	Радиационная экология

Комплект заданий к контрольной работе 2

Тема:

- Крупные радиационные аварии
- Ведение хозяйственной деятельности в условиях радионуклидного загрязнения

Вопросы к контрольной работе 3:

Раздел 6. Крупные радиационные аварии

Шкала ИНЕС. Крупные радиационные аварии: масштабы и особенности. Периодизация обстановки после радиационной аварии.

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

Радиобиологические последствия радиоактивного загрязнения природных экосистем

Радиационная обстановка на территории Российской Федерации

Раздел 7. Ведение хозяйственной деятельности в условиях радионуклидного загрязнения

Общие принципы использования территории, загрязненной радиоактивными веществами. Принципы зонирования радиоактивно-загрязненной территории

Регламентирование воздействия ионизирующих излучений на население. Ограничение содержания радионуклидов в продуктах питания

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

Прогнозирование загрязнения продукции растениеводства и животноводства радионуклидами

Прогнозирование дозы облучения человека при употреблении продуктов, содержащих радионуклиды

Вариант 1

Часть А: выполнить тестовые задания

1. Основным критерием при зонировании радиоактивно загрязненных территорий является:
 - а. основной дозовый предел
 - б. эффективная эквивалентная доза облучения населения
 - с. мощность экспозиционной дозы
2. Экологическое состояние территории классифицируется как неудовлетворительное, если МЭД
 - а. >200 мкР/час на высоте 1 м
 - б. >200 мР/час на высоте 1 м
 - с. >200 мкР/час на уровне почвы
 - д. >200 кР/час на уровне почвы
3. При загрязнении почвы Cs-137 наиболее эффективным агрохимическим мероприятием является
 - а. глубокая вспашка с оборотом пласта
 - б. внесение калийных удобрений
 - с. повышение кислотности почвы
 - д. залужение территории
 - е. внесение органических удобрений
4. Радиоэкологическая обстановка на поздней фазе аварии определяется
 - а. долгоживущими радионуклидами
 - б. _____
 - с. _____
5. Неотложные контрмеры включают
 - а. йодную профилактику
 - б. эвакуацию населения
 - с. перепрофилирование АПК
 - д. внесение калийных удобрений
6. К основным агротехническим мероприятиям по снижению накопления радионуклидов в продукции растениеводства относятся
 - а. глубокая вспашка
 - б. внесение минеральных удобрений
 - с. снятие верхнего слоя почвы

7. Для прогноза дозы внешнего облучения НЕ нужны данные о:
- радионуклидном составе выпадений
 - геометрии источника
 - коэффициентах накопления
 - активности выпадений
 - дозовых коэффициентах
 - годовом потреблении продуктов питания

Часть В: Дайте развернутый ответ:

- Охарактеризуйте агрохимические мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях, принципы и цели их применения

Часть В: Решите задачу

Для среднестатистического жителя сельской местности в Российской Федерации годовое потребление продуктов питания составляет: картофель – 120 кг, мясо – 60 кг, молоко – 300 л.

- а) Можно ли употреблять продукты питания, произведенные на территории, загрязненной Cs-137 и Sr-90, если:

Плотность радиоактивного загрязнения территории по Cs-137 составляет 5 Ки/км^2 , Sr-90 – $0,3 \text{ Ки/км}^2$. В регионе преобладают дерново-подзолистые супесчаные почвы.

Животноводство направлено на разведение крупного рогатого скота на молоко и мясо. Традиционный рацион коров включает 5 кг сена, 10 кг силоса и 5 кг концентрированных кормов (на основе ячменя).

- б) Какую годовую дозу внутреннего облучения получит население, если будет употреблять картофель, молоко и мясо, полученные на загрязненной территории? (выразить в мЗв)

Вариант 2

Часть А: выполнить тестовые задания

- При зонировании радиоактивно загрязненных территорий не используются данные о:
 - эффективной эквивалентной дозе облучения населения
 - эффективной эквивалентной дозе облучения персонала
 - мощности экспозиционной дозы
- Территория считается радиоактивно загрязненной, если
 - в пробах почвы обнаружены искусственные радионуклиды
 - плотность загрязнения почвы по Cs-137 превышает 1 Бк/м^2
 - плотность загрязнения почвы по Cs-137 превышает 1 Ки/км^2
 - плотность загрязнения почвы превышает 40 Ки/км^2
- Известкование почв является эффективной контрмерой при радиоактивном загрязнении, потому что

- a. это дешево
 - b. изменяется соотношение Cs^+/K^+ в почвенном растворе
 - c. нейтрализуется кислотность почвенного раствора
 - d. увеличиваются сорбирующие свойства глинистых минералов
4. Превентивные контрмеры включают
- a. йодную профилактику
 - b. эвакуацию населения
 - c. перепрофилирование АПК
 - d. внесение калийных удобрений
5. Характерными особенностями ранней фазы аварии являются
- a. короткоживущие радионуклиды
 - b. _____
 - c. _____
6. При перепрофилировании сельскохозяйственного производства в целях обеспечения нормативно чистой продукции проводят
- a. подбор сортов растений с высокими коэффициентами накопления
 - b. замену продовольственных культур непродовольственными
 - c. замену растениеводства на животноводство
 - d. перегон скота на чистые территории
7. Для прогноза дозы внутреннего облучения от продукции растениеводства с известным уровнем загрязнения НЕ нужны данные о:
- a. радионуклидном составе выпадений
 - b. геометрии источника
 - c. коэффициентах накопления
 - d. дозовых коэффициентах
 - e. годовом потреблении продуктов питания

Часть В: Дайте развернутый ответ:

- Охарактеризуйте мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции животноводства, принципы и цели их применения

Часть В: Решите задачу

Для среднестатистического жителя сельской местности в Российской Федерации годовое потребление продуктов питания составляет: картофель – 120 кг, мясо – 60 кг, молоко – 300 л.

- a) Можно ли употреблять продукты питания, произведенные на территории, загрязненной Cs-137 и Sr-90, если:

Плотность радиоактивного загрязнения территории по Cs-137 составляет 15 Ки/км^2 , Sr-90 – 1 Ки/км^2 . В регионе преобладают дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы.

Направление животноводства – мясо-молочное. Рацион коров включает 2 кг сена, 15 кг силоса и 6 кг концентрированных кормов (на основе ячменя).

- b) Какую годовую дозу внутреннего облучения получит население, если будет употреблять картофель, молоко и мясо, полученные на загрязненной территории? (выразить в мЗв)

Критерии оценивания компетенций (результатов) и описание шкалы оценивания:

	Критерии оценивания и комментарии	Максимально
Часть А	Часть А содержит 10 вопросов. Число баллов определяется как процент правильных ответов, пересчитанный в баллы от максимально возможной оценки	5 баллов
Часть В	• свободное владение теоретическим материалом по дисциплине; • правильное применение специальной терминологии; • владение и практическое применение межпредметных связей; • иллюстрирование теоретических положений конкретными примерами;	10 баллов
Часть С	• умение выбрать правильный метод решения задачи; • умение пользоваться формулами, знание обозначений; • получение правильного числового результата; • верная интерпретация результата в соответствии с вопросом задачи	15 баллов
ИТОГО		до 30 баллов

Контрольное мероприятие считается зачтенным, если студент набрал не менее 18 баллов.