Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Л. С. Мурачева

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ РАДИОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлениям подготовки
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 658.5

Рецензент
кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии
ФГБОУ ВО «КГТУ» Е. А. Барановская

Мурачева, Л. С.

Сельскохозяйственная радиология: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение / Л. С. Мурачева. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 15 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к семинарским занятиям, для направления подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, форма обучения очная.

Табл. 2, список лит. – 10 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 9 сентября 2022 г., протокол № 2

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 15 сентября 2022 г., протокол № 9

УДК 658.5

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Мурачева Л. С., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……... 4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ……. 6
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ……. 13
3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ…… 15

ВВЕДЕНИЕ

Овладение методами радиационного контроля необходимо для профессиональной компетенции современных экологов. Задачи практикума: ознакомить студентов с основными правилами радиационной безопасности; освоить методы дозиметрии ионизирующих излучений, радиационного контроля почв, растительности, пищевых продуктов, строительных материалов; изучить возможности и ограничения основных радиометрических методов, способы интерпретации радиологических данных при решении экологических задач.

Существуют различные методы радиологических исследований: полевой, лабораторный, опытно-экспериментальный. Полевой метод исследования проводится в полевых условиях. Сбор материалов проводится длительно, в любое время года. Данные полевых опытов обрабатываются в лабораторных условиях.

Лаборатории должны соответствовать международным стандартам и оснащены современным оборудованием. На основе сравнения результатов полевых и лабораторных опытов обосновывается их научное и практическое значение.

Обучающиеся формируют готовность к проведению экологических исследований, необходимых расчетов для обоснования принимаемых решений при внедрении агроэкологических факторов сельскохозяйственного производства.

При реализации дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Цель освоения дисциплины рассмотрение общих принципов и основных знаний о воздействии ионизирующих излучений на человека, окружающую природную среду, растениеводческую и животноводческую отрасли сельскохозяйственного производства, формирование представлений о прикладных, статистических и экспериментальных методах исследований в агроэкологии, являющихся основой для решения профессиональных задач аграрного производства, а также компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: физические основы радиологии, основные законы и понятия; основы биологического действия ионизирующего излучения; основы дозиметрии ионизирующего излучения; основы радиоэкологической экспертизы; основы сертификации и мониторинга в сфере сельскохозяйственного производства; действующие нормативно-правовые документы, регламентирующие вопросы труда в сельском хозяйстве.

Уметь: измерить, провести идентификацию и оценить уровни содержания радионуклидов в сельскохозяйственных объектах, кормах и готовой продукции; измерить и оценить дозовые нагрузки на биологические объекты и человека; на основе анализа радиоэкологической ситуации и существующих нормативны

документов разработать стратегию и основные принципы ведения сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидных загрязнений территорий.

Владеть: навыками работы с радиометрическими, спектрометрическими и дозиметрическими приборами; навыками выполнения основных видов анализов содержания загрязняющих веществ в почвах; навыками работа с нормативными правовыми документами.

Для успешного освоения дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» студент должен активно работать на лекционных и семинарских занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и практические задания. Тестирование и решение практических задач, обучающихся проводится на практических (семинарских) занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачёта – в четвёртом семестре, к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

Для успешного освоения дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки докладов к семинарским занятиям и организации самостоятельной работы студентов.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Сельскохозяйственная радиология», студент должен научиться работать на лекциях, семинарских занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом в области радиологических исследований устойчивости экосистем, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ
		очная форма
1	Введение в предмет сельскохозяйственной радиологии и ее задачи. Основные источники радионуклидов в сельском хозяйстве	2
2	Источники радионуклидов в агросфере. Поведение радионуклидов в почве	2
3	Накопление радионуклидов растениями	2
4	Накопление радионуклидов сельскохозяйственными животными	2
5	Миграция радионуклидов в агроценозах и моделирование этих процессов	2
6	Радиационный мониторинг сферы сельскохозяйственного производства	4
Итого		**14**

По ходу лекции необходимо выделять новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие.

Тема 1. Введение в предмет сельскохозяйственной радиологии и ее задачи. Основные источники радионуклидов в сельском хозяйстве

Ключевые вопросы темы

1. Понятие экосистемы. Естественные экосистемы и агроценозы.

2. Закономерности накопления и миграции радионуклидов в биосфере и экосистеме.

3. Задачи радиационной экологии на современном этапе развития.

Ключевые понятия: экосистема, радиология, радиационный контроль, радиационная безопасность, природные радионуклиды

Методические рекомендации:

Первая тема курса дисциплины «Сельскохозяйственная радиология» позволит обучающимся получить представление о базовых понятиях дисциплины, в ней также определяется место изучаемого материала в системе научного знания и его взаимосвязь с другими дисциплинами.

Во втором вопросе рассмотрены закономерности накопления и миграции радионуклидов в биосфере и экосистеме и действие их на агроценозы. В прикладном плане радиология обосновывает принципы эффективного радиационного и экологически безопасного ведения жизнедеятельности человека на территориях, подвергающихся радиационному загрязнению.

При изучении третьего вопроса, обучающимся необходимо обратить внимание на информацию о состоянии и экологических методах изучения, структуры и динамики конкретного ландшафта и его компонентов. Проанализировать поставленные перед сельскохозяйственной радиологией задачи.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличается экосистема от агроценоза?

3. Радиологическая обстановка в мире.

4. Экологическая оценка источников радионуклидного загрязнения.

5. Локальные, региональные и глобальные выпадения радионуклидных загрязнений.

6. Состав и распространение радионуклидных загрязнений, образующихся при ядерных взрывах, авариях на ядерных производствах и АЭС, на различных этапах ядерного топливного цикла.

Тема 2. Источники радионуклидов в агросфере. Поведение радионуклидов в почве

Ключевые вопросы темы

1. Миграция радионуклидов в агроэкосистеме.

2. Искусственные радионуклиды – значимые поллютанты (загрязняющие вещества) окружающей среды.

Ключевые понятия: искусственные радионуклиды, поллютанты, внешнее облучение, внутреннее облучение, естественные радионуклиды, техногенные радионуклиды.

Методические рекомендации

В первом вопросе следует обратить внимание на принципы ведения сельского хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению; внедрению комплекса защитных мероприятий, обеспечивающих производство экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

Во втором вопросе представлена информация о почвенном покрове, речных системах, геологии; содержатся сведения о свойствах почв, пород, биоте. В лекции следует отметить уникальную сорбционную способность почвы по отношению к поступающим в неё в микроколичествах искусственных радионуклидов, что имеет двоякое значение для их миграции в биосфере и, в частности, по сельскохозяйственным цепочкам.

Вопросы для самоконтроля:

1. Естественный радиационный фон и его компоненты.
2. Ведение сельскохозяйственного производства на зараженной радионуклидами местности.
3. Чем определяется поведение радионуклидов в почве?
4. Что означает период полураспада радионуклида?
5. От чего зависит время наступления равновесного распределения радионуклидов в почве?
6. Расскажите о процессе миграции радионуклида по почвенному профилю.

Тема 3. Накопление радионуклидов растениями

Ключевые вопросы темы:

1. Аэральное выпадение радионуклидов на растительный покров.
2. Поступления радионуклидов в растения из почвы.
3. Очищение растений от радионуклидов.

Ключевые понятия: аэральном выпадении радионуклидов, инкорпорация, беккерель, периодом полуочищения

Методические рекомендации

При изучении первого вопроса данной темы обучающий должен проанализировать причины и виды аэрального загрязнения растительного покрова. Зафиксировать особенность некорневого перехода радионуклидов; изучить неселективную адсорбцию всех поступивших на надземные части растений радионуклидов с возможным включением в цепь миграции всей смеси радионуклидов. (дискриминация радионуклидов начинается на этапе физиологически активной инкорпорации-*проникновение радиоактивных веществ во внутренние ткани организм*а).

После изучения первого вопроса следует углублённо изучить методы дистанционного зондирования, которые относятся к быстродействующим автоматизированным системам сбора и обработки информации о компонентах ландшафтов. С их помощью можно точно устанавливать структуру и динамику

ландшафтов, выявлять положительные и негативные аспекты антропогенеза, эффективно решать задачи экологического мониторинга. В значительной мере получение подобных сведений связано с умелым дешифрированием аэрофотоснимков: раскрытием конкретного содержания контуров. Дешифрирование может быть почвенным, геоботаническим, топографическим, геоморфологическим; оно также нередко бывает и комплексным – ландшафтным, если в ходе дешифрирования выделяются природно-территориальные комплексы.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое дискриминация радионуклидов в растениях?
2. На каком этапе онтогенеза растения начинается активная инкорпорация?
3. Рассказать почвенный путь перехода радионуклидов в растение.
4. Поясните сущность коэффициента накопления Кн.
5. От чего зависят темпы переноса ряда радионуклидов по сельскохозяйственным цепочкам, в частности в системе почва – растение?
6. Поясните термины донор и акцептор в системе почва – растение.
7. От чего зависят задерживание оседающих на растения радиоактивных частиц и последующее их удаление?
8. Укажите классификацию групп химических элементов по накоплению их растениями.

Тема 4. Накопление радионуклидов сельскохозяйственными животными

Ключевые вопросы темы:

1. Перенос радионуклидов по сельскохозяйственным цепочкам.
2. Ингаляционный и перкутанный пути перехода радиоактивных веществ в организм животных.
3. Метаболизм радиоактивных веществ в организме сельскохозяйственных животных.

Ключевые понятия: сельскохозяйственные цепочки, ингаляционный путь, перкутанный путь, кратность накопления, период полувыведения

Методические рекомендации:

При изучении вопросов рассматриваемой темы обучающимся необходимо сосредоточить внимание на изучении путей проникновения радионуклидов в организм животных.

Усвоить основные направления переноса радионуклидов по сельскохозяйственным цепочкам, содержащим на определённом этапе животных. Анализируя метаболизм радиоактивных веществ в организме животных, учитывать периоды накопления и выведения радионуклидов.

При изучении третьего вопроса следует обратить внимание на модели, которые используется Научным комитетом ООН по действию атомной радиации

для описания переноса радионуклидов по наиболее важным пищевым цепям от радиоактивных выпадений до организма человека.

Вопросы для самоконтроля

1. Ведение животноводческого производства на зараженной радионуклидами местности.
2. Особенности течения лучевой болезни у разных видов сельскохозяйственных животных
3. Накопление радионуклидов в агросфере и специфических особенностей их передвижения по отдельным сельскохозяйственным цепочкам.
4. Тип распределения радионуклидов в организме сельскохозяйственных животных.
5. Выведение радионуклидов из организма (органа или ткани) животных.

Тема 5. Миграция радионуклидов в агроценозах и моделирование этих процессов

Ключевые вопросы темы:

1. Системный подход в проведении радиологических исследований переноса радионуклидов с помощью моделей транспорта радионуклидов в агроценозах.
2. Причины повышенной интенсивности миграции радионуклидов по сельскохозяйственным цепочкам.
3. Биогеохимические аномалии.

Ключевые понятия: миграция радионуклидов, репрезентативность, биогеохимические провинции, радиологически «горячие» ландшафты, ионизирующее излучение

Методические рекомендации:

При изучении первого вопроса темы необходимо рассмотреть системы почва-растение-животное-человек, представляющие собой цепочку переноса радионуклидов при ведении сельскохозяйственного производства на заражённых радиационными поллютантами территориях. Проанализировать фундаментальные свойства и общие закономерности, на которых основано развитие тех или иных родственных методов.

В рамках изучения данной темы студенты тщательно прорабатывают, так называемые, радиологически «горячие» ландшафты, лугопастбищные угодья, характеризующиеся наличием дернинного слоя, способствующего накоплению радионуклидов луговой растительностью.

В конспекте рекомендуется зафиксировать расшифровку термина «биогеохимическая аномалия» – обширных территориях, характеризующихся недостатком или избытком в почвах какого-либо химического элемента (или элементов), что приводит к патологическим изменениям в живых организмах.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация факторов, описывающих количественные характеристики передвижения радионуклидов по сельскохозяйственным цепочкам в сфере агропромышленного производства?

2. Основные характеристики биогеохимических аномалий.

3. Характеристика модели миграции радионуклидов по пищевым цепям.

4. Причинами ускоренного перемещения радионуклидов по сельскохозяйственным цепочкам в АПК.

5. На каких почвах выше интенсивность миграции ^{90}Sr и ^{137}Cs в системе почва – растение?

Тема 6. Радиационный мониторинг сферы сельскохозяйственного производства

Ключевые вопросы темы:

1. Система непрерывных наблюдений, оценки и прогноза радиоактивного загрязнения природных компонентов.

2. Сельскохозяйственное производство на территориях с повышенным содержанием радионуклидов.

3. Комплекс активных методов защиты человека.

Ключевые понятия: радиационный мониторинг, β-излучающие нуклиды, γ-излучения, доза внутреннего облучения, дозообразующие пищевые продукты

Методические рекомендации:

При изучении данной темы нужно исходить из понятия того, что радиационный мониторинг агропромышленного производства – это система непрерывных наблюдений (измерений), оценки и прогноза радиоактивного загрязнения природных компонентов, которые являются объектами или продуктами сельскохозяйственной деятельности человека и реакций биотической составляющей на действие ионизирующих излучений.

Отметить, что при ведении сельскохозяйственного производства на незагрязнённых радионуклидами территориях, при нормальной радиационной обстановке, основное значение имеют гигиенические аспекты радиационного мониторинга АПК.

Во втором вопросе изучаемой темы необходимо рассмотреть основные проблемы, требующие решения при организации агропромышленного производства на территориях с повышенным содержанием радионуклидов, — получение сельскохозяйственной продукции, отвечающей радиологическим стандартам, и минимизация доз облучения специалистов, занятых в АПК.

Обучающиеся должны знать о комплексе защитных мероприятий в АПК на загрязненных территориях для специалистов сельского хозяйства, отвечающих нормам радиационной безопасности.

Вопросы для самоконтроля:

1. Мероприятия, ограничивающие распространение радионуклидов по пищевым цепям.
2. Характеристика ионизирующего излучения.
3. Отличия внешнего и внутреннего облучения
4. Общие закономерности миграции радионуклидов в биосфере.
5. Функции сотрудника радиологической службы.
6. Классификация ионизирующего излучения.
7. Радиочувствительность тканей и факторы ее определяющие.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Особенность курса заключается не только в его теоретической, но и практической направленности. Методическая модель преподавания дисциплины основана на проведении еженедельного контроля текущей успеваемости обучающегося.

К текущей аттестации относится защита практической работы.

Всего запланировано 6 текущих аттестаций при изучении дисциплины.

При подготовке к текущей аттестации рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей тематике практического занятия.

К защите следует представлять практические работы, оформленные в полном соответствии с заданиями практического занятия. В цикле практического курса количество заданий может варьировать от одного до четырех. Выполнять задания следует придерживаясь алгоритма решения, представленного в учебно-методическом пособии к практическим работам.

Оценка «Зачтено» является экспертной и зависит от уровня освоения студентом практического материала (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на вопросы) (таблица 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок / Критерий	**2**	**3**	**4**	**5**
	0–40 %	**41–60 %**	**61–80 %**	**81–100 %**
	«не зачтено»	**«зачтено»**		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Освоение стандартных алгоритмов решения профес-	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в	В состоянии решать поставленные задачи в соответстви	В состоянии решать поставлен-ные задачи в соответствии	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые

Система оценок / Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	**41–60 %**	**61–80 %**	**81–100 %**
	«не зачтено»	**«зачтено»**		
сиональных задач	соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложен-ный алгоритм, допускает ошибки	и с заданным алгоритмом	с заданным алгоритмом, понимает основы предложен-ного алгоритма	решения в рамках поставленной задачи

Для успешного прохождения текущей аттестации студенту следует ответить на один-два вопроса, представленных в конце каждой практической работы. В случае, если студент не смог дать полный и верный ответ, преподаватель может задать дополнительные вопросы

Для прохождения текущей аттестации студент должен показать набор знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект и в состоянии решить поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература:

1. Бродский, А. К. Экология [Электронный ресурс]: учебник / А. К. Бродский. – Москва: КноРус, 2017. – 272 с. (ЭБС «Book.ru»).
2. Экология [Электронный ресурс]: учебник / В. Н. Большаков [и др.]; под ред. Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко. – 3-е изд., стер. – Москва: КноРус, 2016. – 304 с. (ЭБС «Book.ru»).
3. Охрана окружающей среды: учеб. / Я. Д. Вишняков [и др.]; под ред. Я. Д. Вишнякова. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2014. – 288 с.
4. Брюхань, Ф. Ф. Промышленная экология: учеб. / Ф. Ф. Брюхань, М. В. Графкина, Е. Е. Сдобнякова. – Москва: ФОРУМ, 2012. – 208 с.
5. Тетиор, А. Н. Городская экология: учеб. пособие / А. Н. Тетиор. – 3-е изд., стер. – Москва: Академия, 2008. – 331 с.
6. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. В. Агеев, Л. С. Горбатко, А. И. Подколзин, О. Ю. Лобанкова. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2012. – 352 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Дополнительная литература:

1. Агроэкология: учеб / В. А. Черников [и др.]; под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – Москва: Колос, 2000. – 536 с.
2. Агроэкология. Методология, технология, экономика: учеб. для студентов вузов, обуч. по агроном. специальностям / В. А. Черников [и др.]; под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – Москва: КолосС, 2004. – 400 с.
3. Васильченко, А. В. Почвенно-экологический мониторинг [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Васильченко. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 282 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Учебно-методические пособия:

1. Хуаз, С. Х. Методические указания по дисциплине «Экологический мониторинг природных объектов» по выполнению практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» (квалификация (степень) «бакалавр») [Электронный ресурс] / С. Х. Хуаз, М. В. Киселёв, С. П. Мельников. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2015. – 60 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Локальный электронный методический материал

Любовь Семеновна Мурачева

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ РАДИОЛОГИЯ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 1,3. Печ. л. 1,0

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1