


УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ  
РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

  
УТВЕРЖДАЮ  
Ректор академии  
В.В. Великанов  
«26» октября 2024 г.  
Регистрационный № А-186-24/уч

## Радиохимия

Учебная программа учреждения образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-33 01 06 Экология сельского хозяйства

2024 г.

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-33 01 06-2013 по специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства», учебным планом БЗ-33-01-21-20у от 27.02.2020 г.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

Г.А. Чернуха, доцент кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

И.В. Ковалева, доцент кафедры биологии растений и химии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Э.М. Батыршаев, доцент кафедры агрохимии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол №11 от 22.05.2024 г.);

методической комиссией агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол №10 от 25.06.2024 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол №10 от 26.06.2024 г.).

Ответственный за редакцию: Г.А. Чернуха

Ответственный за выпуск: Г.А. Чернуха

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Применение атомной энергии в деятельности человека ведет к образованию большого количества техногенных радионуклидов, которые могут поступать в природные среды, загрязнять их и включаться в биологические цепи миграции. Это обстоятельство с особой силой продиктовало необходимость всестороннего изучения закономерностей миграции радионуклидов в биосфере и, в частности, в звеньях биологических цепей, ведущих к человеку.

Существуют две основные группы методов определения содержания радионуклидов в объектах окружающей среды: ядерно-физические и радиохимические.

На данном этапе развития науки и техники пока нет достаточно надежных инструментальных методов, позволяющих без сложной и трудоемкой подготовительной работы (радиохимического выделения) определять содержание Sr-90 и других радионуклидов в пробах. Поэтому радиохимический анализ природных объектов на содержание радиоактивных изотопов до сих пор актуален и широко используется наряду с другими методами анализа. Радиохимические методы определения содержания радионуклидов в объектах окружающей среды основаны на использовании различных препаративных химических методов разделения радионуклидов.

Радиохимия – область химии, которая изучает физико-химические закономерности поведения радиоактивных элементов и изотопов, методы их выделения и концентрирования.

Цель изучения дисциплины – теоретическое и практическое обучение студентов методам измерения низких активностей радионуклидов.

Задачи учебной дисциплины: изучить методы радиохимического анализа, используемые для получения достоверной информации об уровнях загрязнения техногенными радионуклидами объектов агропромышленного комплекса.

Учебная дисциплина «Радиохимия» относится к компоненту учреждения высшего образования. Освоение дисциплины тесно связано с изучением таких дисциплин, как «Атомная и ядерная физика» и «Химия».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- пути поступления радионуклидов в окружающую среду;
- физико-химические свойства радионуклидов;
- этапы радиохимического анализа;
- пути получения и способы выделения радиоактивных изотопов;
- основные стадии обращения с радиоактивными отходами;

**уметь:**

- отбирать пробы объектов окружающей среды для радиохимического анализа;
- готовить титрованные растворы носителей;
- проводить минерализацию проб;
- выделять радионуклиды;

- очищать выделенные радионуклиды от посторонних и сопутствующих элементов;
- выполнять радиометрическое определение активности препарата;
- делать идентификацию и проверку радиохимической чистоты выделенного препарата;
- определять химический выход изотопа;
- рассчитывать удельную активность проб;

**владеть (иметь навык):**

- пользования методиками радиохимического определения содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и почве;
- обработки и интерпретации полученных результатов;
- соблюдения требований техники безопасности при работе в радиохимической лаборатории.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине обучающийся должен не только приобрести практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

На изучение учебной дисциплины заочной формы получения образования отводится 144 часов, в том числе 16 часов аудиторных занятий. Распределение аудиторного времени по видам занятий: лекции – 8 часов, лабораторные занятия – 8 часов. По учебному плану предусмотрено выполнение контрольной работы. На выполнение самостоятельной работы отводится 128 часов. Учебная дисциплина преподается на 4-м курсе.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### ВВЕДЕНИЕ

Возникновение радиохимии, как самостоятельной дисциплины, и история ее развития. Предмет и задачи радиохимии. Особенности радиохимии. Роль радиохимии в подготовке специалистов-радиоэкологов.

### 1. ХИМИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИЗОТОПОВ

#### 1.1. Классификация радионуклидов. Естественная радиоактивность. Техногенные (искусственные) радионуклиды

Основные первичные радионуклиды. Уран, торий, изотопы. Радиоактивные ряды урана и тория, их открытие. Долгоживущие, генетически не связанные радионуклиды: калий-40, рубидий-87, неодим-150 и др. Физические и химические свойства естественных радионуклидов. Космогенные радионуклиды. Понятие об ядерных реакциях. Ядерные реакции в атмосфере: первичное космическое излучение, вторичное космическое излучение, образование космогенных радионуклидов в атмосфере. Ядерные реакции в литосфере. Загрязнение окружающей среды естественными радионуклидами: горнодобывающая промышленность, переработка радиоактивного сырья, производство и применение минеральных удобрений, тепловые электростанции, работающие на угле.

Источники техногенных радионуклидов. Ядерное оружие. Ядерные взрывы, проводимые в мирных целях. Сброс радиоактивных отходов в моря и реки. Аварийные ситуации на морских и воздушных судах, космических аппаратах. Ядерный топливный цикл, аварии на предприятиях ядерного топливного цикла. Боеприпасы с обедненным ураном. Физические и химические свойства радионуклидов йода, цезия, стронция, плутония, америция. Токсичность продуктов ядерного деления.

#### 1.2. Радионуклиды в окружающей среде

Радионуклиды в атмосфере: радон и продукты его распада, космогенные радионуклиды, искусственные радионуклиды. Радионуклиды в гидросфере. Радионуклиды в литосфере, естественные и искусственные радионуклиды в почвах Беларуси. Радиоактивное загрязнение сферы агропромышленного производства после крупных радиационных аварий. Природные и техногенные радионуклиды в городской среде. Радионуклиды в помещениях.

#### 1.3. Радиохимический анализ природных объектов

Отбор и подготовка проб к радиохимическому анализу. Особенности радиохимического анализа: применение носителей, определение выхода носителя, идентификация и проверка радиохимической чистоты выделенного радионуклида. Радиохимические методы определения концентрации стронция-90 в почвах, растительных материалах, пробах животного происхождения. Радиохимическое определение концентрации цезия-137 пробах животного происхождения.

## **Раздел 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ**

### **2.1. Поведение изотопных частиц**

Общехимические свойства изотопных частиц. Термодинамическое и кинетическое поведение изотопных частиц.

### **2.2. Изотопный обмен**

Виды изотопного обмена. Механизмы изотопного обмена. Изотопный обмен посредством диссоциации. Изотопный обмен посредством ассоциации. Изотопный обмен посредством других обратимых химических процессов. Электронный обмен. Изотопный обмен в химических соединениях различных классов.

### **2.3. Распределение микроконцентраций радиоактивных изотопов между двумя фазами**

Виды распределений радиоактивных изотопов между двумя фазами. Распределение микроконцентраций радионуклидов между жидкой и твердой фазами. Изоморфизм, виды изоморфизма. Соосаждение. Закономерности соосаждения. Правило О.Гана. Закон В.Хлопина. Термодинамическое равновесное распределение при соосаждении. Теория А.Ратнера. Влияние различных факторов на процесс равновесного распределения при соосаждении: температуры, состава жидкой фазы, состава твердой фазы, второго микрокомпонента.

### **2.4. Адсорбция радиоактивных изотопов**

Виды адсорбции. Адсорбция на ионных кристаллах. Правило Фаянса-Панета. Первичная потенциалообразующая адсорбция. Первичная обменная адсорбция. Вторичная обменная адсорбция. Внутренняя адсорбция.

### **2.5. Состояние радиоактивных изотопов в ультрамалых концентрациях**

Состояние радиоактивных изотопов в растворах. Радиокolloиды. Факторы, влияющие на состояние радиоактивных изотопов в растворах: рН среды, растворенных веществ, комплексообразователей, электролитов, времени. Методы исследования дисперсности радиоактивных изотопов в растворе: диализ, ультрафильтрация, центрифугирование, адсорбция и десорбция, электрофорез, автордиография. Методы исследования ионного состояния радиоактивных изотопов в растворах: определение заряда ионов, метод носителей. Состояние радиоактивных изотопов в газовой среде. Состояние радиоактивных изотопов в твердом веществе.

## **Раздел 3. ПРИКЛАДНАЯ РАДИОХИМИЯ**

### **3.1. Получение и выделение радиоактивных изотопов**

Пути получения радиоактивных изотопов. Методы выделения радиоактивных изотопов.

### **3.2. Синтез меченых радиоактивными изотопами соединений**

Методы и особенности синтеза меченых радиоактивными изотопами соединений.

### 3.3. Радиоактивные отходы (РАО)

Образование и классификация радиоактивных отходов. Основные стадии обращения с РАО. Требования к сбору, хранению и удалению радиоактивных отходов из организации. Требования к транспортированию РАО. Требования к размещению и оборудованию специализированных организаций по обращению с радиоактивными отходами. Требования к переработке и кондиционированию радиоактивных отходов. Требования к долговременному хранению и (или) захоронению радиоактивных отходов.

## 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

Форма получения образования: заочная полная

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего аудиторных часов	В том числе		К-во часов СР	Форма контроля
			лекции	лабора- торные		
	Введение					
1	Химия радиоактивных элементов и изотопов	14	6	8	94	Защита лаб. работ
2	Физико-химические особенности радионуклидов	1	1	-	10	Устный опрос
3	Прикладная радиохимия	1	1	-	24	Устный опрос
	<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>128</b>	Контрольная работа. Экзамен

## **4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **4.1 ЛИТЕРАТУРА**

#### **Основная**

1. Чернуха, Г. А. Радиохимия: учеб.-метод. пособие / Г. А. Чернуха, В. И. Юрьев. – Горки: БГСХА, 2008. – 49 с.

#### **Дополнительная**

1. Сапожников, Ю. А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика/ Ю.А. Сапожников. Р.А. Алиев. С.Н. Калмыков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 259 с.

2. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Радиохимия» для студентов специальности 1-33 01 06 – Экология сельского хозяйства . Регистрационное свидетельство №7682126187 от 13.07.2021 г.

### **4.2. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций**

Диагностирование знаний и компетенций обучающихся (контроль знаний) осуществляется следующим образом:

1) текущий контроль и самоконтроль:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного реферата;
- устные опросы;

- письменные контрольные работы по отдельным темам учебной дисциплины;

- компьютерное тестирование;

2) промежуточный контроль – экзамен.

### **4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы**

Для организации самостоятельной работы по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы магистрантов целесообразно

проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения учебного материала рекомендуется использовать рейтинговую систему.

#### **4.4. Методы (технологии) обучения**

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, осуществление творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- рейтинговая система оценки знаний, реализуемая на лабораторных занятиях.

При преподавании дисциплины рекомендуется широко использовать информационные технологии, наглядные пособия, макеты и различные педагогические приемы. При изложении материала необходимо соблюдать единство терминологий и обозначений в соответствии с действующими стандартами, международную систему измерений. Важно выработать навыки работы со стандартами и нормативно-справочными материалами.

#### **4.5 Примерный перечень тем лабораторных занятий**

1. Методы отбора проб для радиохимического анализа и их первичная подготовка.
2. Определение концентрации стронция-90 в почве.
3. Определение концентрации стронция-90 в растительных пробах.

**5 ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Агрохимия	Агрохимии		
Химия	Биологии растений и химии		