

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра сельскохозяйственной биотехнологии,
экологии и радиологии

Г. А. Чернуха

РАДИОХИМИЯ

*Методические указания по изучению дисциплины
и выполнению контрольной работы для студентов, обучающихся
по специальности 1-33 01 06 Экология сельского хозяйства
(специализация 1-33 01 06 01 Сельскохозяйственная
радиоэкология)*

Горки
БГСХА
2017

УДК 539.16(072)

*Рекомендовано методической комиссией
агробиологического факультета.
Протокол № 7 от 25 марта 2016 г.*

Автор:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Г. А. Чернуха*

Рецензент:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *И. В. Ковалева*

Радиохимия : методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы / Г. А. Чернуха. – Горки : БГСХА, 2017. – 16 с.

Приведены рекомендации по изучению радиохимии, содержание дисциплины, вопросы для самопроверки, экзаменационные вопросы, указания по подготовке к аудиторной контрольной работе и примерные варианты заданий контрольной работы, критерии оценки знаний, рекомендуемая литература.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-33 01 06 Экология сельского хозяйства (специализация 1-33 01 06 01 Сельскохозяйственная радиэкология).

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2017

ВВЕДЕНИЕ

В результате аварии на ЧАЭС в окружающую среду попало огромное количество радиоактивных веществ. Больше всего от этого пострадало сельскохозяйственное производство.

Одной из главных задач при подготовке специалистов-радиоэкологов является обучение их методам определения содержания радиоактивных веществ в объектах окружающей среды. На данном этапе развития науки и техники пока нет достаточно надежных, доступных и точных приборов, 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.

Радиохимия – область химии, которая изучает физико-химические закономерности поведения радиоактивных элементов и изотопов, методы их выделения и концентрирования. В радиохимии выделяют четыре основных раздела: общая радиохимия, химия ядерных превращений, химия радиоактивных элементов, прикладная радиохимия. Наиболее важны при подготовке специалистов-радиоэкологов радиохимия и химия радиоактивных элементов.

Изучение радиохимии предполагает знание следующих дисциплин: неорганической, органической, аналитической химии, физической и коллоидной химии, ионизирующих излучений и защиты от них.

После изучения курса студенты должны:

1. Знать основные закономерности изотопного обмена, распределения микроконцентраций радиоактивных изотопов между двумя фазами, адсорбции радиоактивных изотопов, состояния радиоактивных изотопов в ультрамалых концентрациях, классификацию радиоактивных элементов и изотопов, теоретические основы радиохимического анализа природных объектов.

2. Владеть навыками работы с радиоактивными веществами.

3. Уметь выполнять радиохимический анализ природных объектов.

Студенты заочной формы получения образования изучают радиохимию в том же объеме, что и студенты очной формы, но в основном самостоятельно.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Во время самостоятельного изучения дисциплины могут возникнуть вопросы, вызванные сложностью изложения материала в рекомендованной литературе. В этом случае необходимо обращаться за консультацией непосредственно на кафедру сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии.

Контроль знаний по каждой теме осуществляется путем ответов на вопросы для самопроверки.

Материалами, необходимыми для изучения дисциплины, являются настоящие методические указания и рекомендуемая учебная литература.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. Чернуха, Г. А. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Радиохимия» / Г. А. Чернуха. – Горки: БГСХА, 2013. – 96 с.

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

Дополнительный

3. Сапожников, Ю. А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика / Ю. А. Сапожников, Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 286 с.

4. Титаева, Н. А. Ядерная геохимия: учебник / Н. А. Титаева. – Москва: Изд-во МГУ, 2000. – 336 с.

5. Василенко, О. И. Радиационная экология / О. И. Василенко. – Москва: Медицина, 2004. – 216 с.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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, генетиче-

ски 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 в пробах животного происхождения.

Литература: [1–5].

Вопросы для самопроверки

1. Из каких компонентов состоит естественный радиационный фон?
2. Перечислите наиболее распространенные на Земле естественные радионуклиды.
3. Какие естественные радионуклиды содержатся в почвах Беларуси?
4. Вследствие каких причин в окружающей среде появляются искусственные радионуклиды?
5. Какие радионуклиды являются биологически важными?
6. Какие этапы включает радиохимический анализ природных объектов?
7. Почему в настоящее время радиохимические методы в основном используются для определения содержания стронция-90 и не используются для цезия-137?

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.

Литература: [1, 3–5].

Вопросы для самопроверки

1. Какие частицы называются изотопными?
2. Что называется изотопным обменом?
3. Назовите механизмы изотопного обмена.
4. Что такое изоморфизм?
5. Какие бывают виды адсорбции?
6. В каких состояниях радиоактивные изотопы могут находиться в растворах?
7. Какие факторы и как влияют на состояние радиоактивных изотопов в растворах?

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.

Литература: [1].

Вопросы для самопроверки

1. Какие известны основные пути получения радиоактивных изотопов?
2. Какие методы используются для выделения радиоактивных изотопов?
3. Какие методы используются для синтеза меченых радиоактивными изотопами соединений?
4. Какие вещества относятся к радиоактивным отходам?
5. Какие бывают виды радиоактивных отходов?
6. Назовите основные стадии обращения с РАО.
7. Какие требования предъявляются к сбору, хранению и удалению радиоактивных отходов из организации?
8. Какие требования предъявляются к размещению и оборудованию специализированных организаций по обращению с радиоактивными отходами?

3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. История развития радиохимии.
2. Особенности радиохимии.
3. Общехимические, термодинамические и кинетические свойства изотопных частиц.
4. Изотопный обмен. Основные определения. Виды изотопного обмена.
5. Механизмы изотопного обмена.
6. Причины протекания реакций изотопного обмена.
7. Распределение микроконцентраций радиоактивных изотопов между двумя фазами. Общие положения.
8. Закономерности процессов сосаждения с изотопными носителями.
9. Принцип действия и закономерности процессов сосаждения со специфическими носителями (изоморфизм).
10. Закон В. Хлопина.
11. Истинное и адсорбционное сосаждение. Правило О. Гана.
12. Виды адсорбции.
13. Первичная адсорбция.
14. Адсорбция на ионных кристаллах.
15. Вторичная обменная адсорбция.
16. Состояние радиоактивных изотопов в растворах. Радиокolloиды.
17. Факторы, влияющие на состояние радиоактивных изотопов в растворе.
18. Методы исследования дисперсности радиоактивных изотопов в растворах.
19. Радиационно-химические превращения вещества под действием радиоактивных излучений.
20. Радиолиз воды.
21. Получение и выделение радиоактивных изотопов.
22. Дезактивация.
23. Классификация радиоактивных отходов.
24. Методы утилизации радиоактивных отходов.
25. Классификация радионуклидов.
26. Естественные радионуклиды.
27. Торий.
28. Радий.
29. Уран.
30. Радон.
31. Полоний.

32. Радионуклиды – продукты природных ядерных реакций.
33. Естественные радиоактивные изотопы в почвах Беларуси.
34. Дополнительные источники облучения в окружающей среде.
35. Общая характеристика продуктов ядерного деления.
36. Загрязнение окружающей среды в результате ядерных взрывов.
37. Характеристика чернобыльского выброса.
38. Радиоактивный йод.
39. Радиоактивный цезий.
40. Радиоактивный стронций.
41. Америций.
42. Токсичность радионуклидов.
43. Искусственные радионуклиды в атмосфере.
44. Искусственные радионуклиды в водной среде.
45. Искусственные радионуклиды в почве.
46. Радиохимический анализ сельскохозяйственных объектов.
47. Идентификация и проверка радиохимической чистоты.
48. Определение выхода изотопного носителя.

4. ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

4.1. Общие положения

1. Контрольная работа для студентов заочной формы получения высшего образования является одной из форм промежуточного контроля знаний и проводится с целью проверки и оценки степени усвоения учебного материала при самостоятельной работе студентов в межсессионный период и умения применять приобретенные знания при решении практических вопросов.

2. Формой контрольной работы студентов является письменная аудиторная работа (далее – АКР).

3. Аттестация по контрольной работе проводится в первую неделю сессии по установленному расписанию в разрезе учебных групп курса. Студент допускается к сдаче контрольной работы по предъявлению зачетной книжки. Последним днем пересдачи контрольной работы является последний день сессии.

4. Формой контроля знаний студентов при выполнении контрольной работы является зачет.

5. Студент:

- на установочных занятиях получает указания по изучению дисциплины и подготовке к выполнению аудиторной контрольной работы;
- изучает материал дисциплины в межсессионный период;

- выполняет задания 1–6 (варианты на выбор) в межсессионный период;
- выполняет АКР в начале лабораторно-экзаменационной сессии, на которой изучается данная дисциплина.

4.2. Порядок проведения контрольной работы

1. Указания для самостоятельного освоения образовательной программы по дисциплине в межсессионный период и подготовки к контрольной работе выдаются студенту кафедрой на установочных занятиях на предшествующей лабораторно-экзаменационной сессии.

2. При проведении АКР каждому студенту ведущим педагогическим работником выдается вариант задания по трудоемкости из расчета на один академический час. Выполненные работы проверяются ведущим педагогическим работником и оцениваются в соответствии с критериями.

3. По результатам АКР заполняются зачетные ведомости. Студенты, не имеющие зачета по контрольной работе, к сдаче экзамена по данной дисциплине не допускаются.

5. ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Рассчитать количество соли стабильного стронция (химическая формула соли, объем и титр раствора приведены в табл. 1), необходимое для приготовления X мл раствора носителя с содержанием металлического стронция Y мг в 1 мл раствора.

Таблица 1. Исходные данные

Номер варианта	Химическая формула соли	X , мл	Y , мг/мл	Номер варианта	Химическая формула соли	X , мл	Y , мг/мл
1	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	25	30	16	$\text{Sr}(\text{NO}_2)_2$	150	25
2	SrCl_2	30	25	17	$\text{SrS}_2\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	145	15
3	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	35	15	18	SrI_2	160	20
4	$\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	40	20	19	SrCO_3	200	10
5	$\text{Sr}(\text{NO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	450	10	20	SrF_2	250	35
6	$\text{SrI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	50	35	21	$\text{SrI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	225	25
7	$\text{SrBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	100	25	22	$\text{SrBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	300	15
8	$\text{Sr}(\text{NO}_2)_2$	110	30	23	$\text{Sr}(\text{IO}_3)_2$	125	20
9	$\text{SrS}_2\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	95	25	24	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	130	10
10	SrI_2	90	15	25	SrCl_2	235	35
11	SrCO_3	55	20	26	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	240	25
12	SrF_2	60	10	27	$\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30	15
13	$\text{SrI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	85	35	28	$\text{Sr}(\text{NO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	45	20
14	$\text{SrBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	80	25	29	$\text{SrI}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	500	10
15	$\text{Sr}(\text{IO}_3)_2$	75	15	30	$\text{SrBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	175	35

Задание 2. Рассчитать, какое количество соли стабильного иттрия (химическая формула соли, объем и титр раствора приведены в табл. 2) необходимо для приготовления X мл раствора носителя с титром Y мг/мл в расчете на оксалат иттрия.

Таблица 2. Исходные данные

Номер варианта	Химическая формула соли	X , мл	Y , мг/мл	Номер варианта	Химическая формула соли	X , мл	Y , мг/мл
31	$YCl_3 \cdot 6H_2O$	25	30	46	$Y_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	150	25
32	$Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	30	25	47	$YCl_3 \cdot 6H_2O$	145	15
33	$Y_2(SO_4)_3$	35	15	48	$Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	160	20
34	YBr_3	40	20	49	$Y_2(SO_4)_3$	200	10
35	$YCl_3 \cdot H_2O$	450	10	50	YBr_3	250	35
36	$Y(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	50	35	51	$YCl_3 \cdot H_2O$	225	25
37	$Y(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	100	25	52	$Y(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	300	15
38	$Y_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	110	30	53	$Y(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	125	20
39	$YCl_3 \cdot 6H_2O$	95	25	54	$YCl_3 \cdot 6H_2O$	130	10
40	$Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	90	15	55	$Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	235	35
41	$Y_2(SO_4)_3$	55	20	56	$Y_2(SO_4)_3$	240	25
42	YBr_3	60	10	57	YBr_3	30	15
43	$YCl_3 \cdot H_2O$	85	35	58	$YCl_3 \cdot H_2O$	45	20
44	$Y(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	80	25	59	$Y(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	500	10
45	$Y(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	75	15	60	$Y(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	175	35

Задание 3. Рассчитать химический выход изотопного носителя стронция в долях единицы, если известно, что при получении солянокислой вытяжки в стакан с навеской почвы было внесено X мл носителя стронция, титр которого Y мг/мл в расчете на металл. Из почвы в вытяжку перешло Z мг стабильного стронция. Масса элемента носителя после выделения радионуклида составила Q мг (табл. 3).

Таблица 3. Исходные данные

Номер варианта	X , мл	Y , мг/мл	Z , мг	Q , мг	Номер варианта	X , мл	Y , мг/мл	Z , мг	Q , мг
61	1,0	30	1,0	25	76	2,5	25	2,7	59
62	2,5	25	1,3	50	77	2,0	15	1,4	25
63	2,0	15	2,0	24	78	1,5	20	2,1	26
64	1,5	20	1,2	23	79	3,0	10	2,2	27
65	3,0	10	2,3	26	80	3,5	35	1,6	97
66	3,5	13	1,1	38	81	4,0	25	2,1	54
67	4,0	11	1,9	35	82	2,5	15	2,9	35
68	4,5	12	2,7	47	83	2,0	20	1,7	36
69	1,0	25	1,4	20	84	1,5	10	1,0	11
70	2,5	15	2,1	31	85	1,0	35	1,3	30
71	2,0	20	2,2	37	86	3,5	25	2,0	77
72	1,5	10	1,6	12	87	4,0	15	1,2	51
73	3,0	35	2,1	95	88	2,5	20	2,3	33
74	3,5	25	2,9	75	89	3,0	10	1,1	23
75	4,0	15	1,7	55	90	1,5	35	1,9	45

Задание 4. Рассчитать химический выход изотопного носителя иттрия в долях единицы, если известно, что в фильтрат для накопления иттрия было внесено X мл носителя иттрия, титр которого Y мг/мл в расчете на металл. Масса осадка оксалата иттрия в окончательном препарате составила Z мг (табл. 4).

Таблица 4. Исходные данные

Номер варианта	X , мл	Y , мг/мл	Z , мг	Номер варианта	X , мл	Y , мг/мл	Z , мг
91	2,5	30	149	106	1,0	25	45
92	2,0	25	94	107	2,5	16	70
93	1,5	15	124	108	2,0	23	73
94	3,0	20	119	109	1,5	34	99
95	3,5	10	57	110	3,0	11	62
96	4,0	35	270	111	3,5	26	195
97	2,5	25	130	112	4,0	14	105
98	2,0	30	120	113	4,5	21	185
99	1,5	25	70	114	1,0	33	57
100	1,0	15	30	115	2,5	10	49
101	3,5	20	136	116	2,0	23	89
102	4,0	10	74	117	1,5	17	47
103	2,5	35	174	118	3,0	19	114
104	3,0	25	140	119	3,5	12	71
105	1,5	15	40	120	4,0	24	190

Задание 5. Рассчитать коэффициент эффективности счета, если скорость счета фона $N_{\phi} = X$ имп./мин. При радиометрировании эталонного источника Sr-90 + Y-90 активностью Y Бк, над которым помещались алюминиевые пластинки, толщина которых соответствовала слою половинного поглощения излучения от иттрия, за время t минут зарегистрировано Z имп. (табл. 5).

Таблица 5. Исходные данные

Номер варианта	X , имп./мин	Y , Бк	t , мин	Z , имп.	Номер варианта	X , имп./мин	Y , Бк	t , мин	Z , имп.
121	50	25	10	878	136	11	10	10	256
122	65	26	15	1032	137	12	11	15	379
123	51	27	20	1394	138	13	12	20	493
124	64	28	10	880	139	14	13	10	267
125	52	29	15	1109	140	15	14	15	358
126	63	30	20	1412	141	16	15	20	501
127	53	31	10	891	142	17	16	10	244
128	62	32	15	1099	143	18	17	15	387
129	54	33	20	1500	144	19	18	20	515
130	61	34	10	885	145	20	19	10	271
131	55	35	15	1111	146	21	20	15	359
132	60	36	20	1463	147	22	21	20	488
133	56	37	10	895	148	23	22	10	282
134	59	38	15	1107	149	24	23	15	400
135	57	39	20	1400	150	25	24	20	550

Задание 6. Рассчитать коэффициент, учитывающий распад иттрия, если известно, что отделение гидроокиси было произведено в X_1 часов Y_1 минут, а измерение активности – в X_2 часов Y_2 минут (табл. 6).

Таблица 6. Исходные данные

Номер варианта	X_1 , час	Y_1 , мин	X_2 , час	Y_2 , мин	Номер варианта	X_1 , час	Y_1 , мин	X_2 , час	Y_2 , мин
151	11	05	13	00	166	09	49	13	09
152	10	50	12	45	167	10	27	13	45
153	09	30	11	55	168	11	11	14	05
154	12	10	13	51	169	12	55	05	19
155	13	15	15	03	170	13	08	16	00
156	09	17	12	29	171	14	20	16	35
157	10	25	12	50	172	09	51	13	25
158	11	09	13	18	173	10	34	14	58
159	12	14	04	22	174	11	23	16	05
160	13	12	15	21	175	12	12	14	55
161	14	07	16	14	176	13	28	16	11
162	09	57	12	05	177	14	15	15	50
163	10	00	12	53	178	10	30	14	25
164	11	22	14	00	179	11	40	14	53
165	12	09	15	00	180	12	25	16	20

Примеры решения заданий приведены в литературном источнике настоящих методических указаний [2].

6. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Отметка «зачтено» по аудиторной контрольной работе выставляется студенту, который выполнил 65 % объема полученных во время аудиторной контрольной работы заданий и показал умение рассчитывать количество соли стабильного элемента для приготовления растворов носителей для выполнения радиохимического анализа, химический выход изотопного носителя, коэффициент эффективности счета и коэффициент, учитывающий распад иттрия.

Отметка «не зачтено» по аудиторной контрольной работе выставляется студенту, который не умеет рассчитывать количество соли стабильного элемента для приготовления растворов носителей для выполнения радиохимического анализа, химический выход изотопного носителя, коэффициент эффективности счета и коэффициент, учитывающий распад иттрия.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Рекомендации по изучению дисциплины	4
Список рекомендуемой литературы.....	4
2. Содержание дисциплины	4
3. Экзаменационные вопросы	9
4. Выполнение контрольной работы.....	10
5. Примерные задания контрольной работы.....	11
6. Критерии оценки контрольной работы	14

Учебное издание

Чернуха Геннадий Анатольевич

РАДИОХИМИЯ

Методические указания по изучению дисциплины
и выполнению контрольной работы

Редактор *Е. В. Ширалиева*

Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 14.11.2017. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Ризография. Гарнитура «Гаймс». Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,64.

Тираж 40 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.

Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.