

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Г. Прохоренко

«20» декабря 2022 г.

Регистрационный № УД-11456 уч.



Лабораторный спецпрактикум по модулю

«Научные принципы и методы радиометрии и дозиметрии»

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-100 80 01 Ядерная и радиационная безопасность

Профилизация:

Радиационная защита и культура ядерной безопасности

2022 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-100 80-01-2022 типового учебного плана № Р-100-2-001/пр.-тип. от 09.02.2022 г. и учебного плана Р-100-177/уч. от 22.02.2022 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Кособуцкий В.С. – доцент кафедры радиационной химии и химико-фармацевтических технологий химического факультета, кандидат химических наук, доцент;

Свердлов Р.Л. – заведующий кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий химического факультета, кандидат химических наук.

РЕЦЕНЗЕНТ:

С.Б. Ластовский, зав. отраслевой лабораторией радиационных воздействий ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», кандидат физ-мат. наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 12.12.2022 г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 15.12.2022 г.)

Зав. кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий

Р.Л.Свердлов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель дисциплины – формирование компетенций по организации, планированию и проведению дозиметрических исследований, а также ознакомление с принципами защиты от ионизирующих излучений.

Задачи дисциплины:

- дать понимание тех фундаментальных знаний и принципов, которые положены в основу различных методов дозиметрии ионизирующих излучений;
- ознакомить с современными методами дозиметрии различных видов излучений;
- выработать навыки практического выполнения дозиметрических измерений с использованием наиболее распространенных и доступных методов дозиметрии.

Курс структурно разделен на три раздела, отражающих его внутреннюю логику, и включает отдельные темы дозиметрии и радиометрии.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием. Дисциплина относится к модулю «Научные принципы и методы радиометрии и дозиметрии» компонента учреждения высшего образования.

Данный курс связан с такими дисциплинами как «Современные методы радиометрического и дозиметрического контроля».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Лабораторный спецпрактикум по модулю «Научные принципы и методы радиометрии и дозиметрии» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

универсальных компетенций:

УК-1. Применять методы научного познания в исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи.

УК-4. Быть способным к прогнозированию условий реализации профессиональной деятельности и решению профессиональных задач в условиях неопределенности.

специальных компетенций:

СК-3. Вырабатывать рекомендации дозиметрического, радиометрического и экологического контроля в целях обеспечения безопасности человека и окружающей среды.

В результате освоения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- физические основы дозиметрии;

- химические методы дозиметрии;
- способы защиты от ионизирующих излучений.

уметь:

- самостоятельно решать методологические проблемы при проведении дозиметрических измерений;
- проводить дозиметрические измерения и расчеты доз облучения различных объектов.

владеть:

- навыками практического выполнения дозиметрических измерений.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина преподается во втором семестре. Общее количество часов для изучения дисциплины – 90, в том числе аудиторных часов – 36, из них: лабораторные занятия – 36 часов.

Форма получения второй ступени высшего образования – очная.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

Количество зачетных единиц – 3.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Основы дозиметрии.

Тема 1.1. Цели и задачи дозиметрии. Классификация методов дозиметрии.

Абсолютные и относительные методы, физические и химические методы дозиметрии.

Тема 1.2. Физические основы дозиметрии.

Передача энергии ионизирующего излучения. Дозы излучения: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эффективная, коллективная, ожидаемая, генетически значимая доза. Мощность дозы. Единицы измерения и соотношения доз. Индивидуальный дозиметрический контроль — области приложения и используемые методики. Принципы расчета доз внешнего и внутреннего облучения.

Раздел 2. Химические методы дозиметрии.

Тема 2.1. Химические дозиметры.

Требования, предъявляемые к химическим дозиметрам. Дозиметры на основе водных растворов, газов, твердых тел.

Тема 2.2. Ферросульфатный дозиметр.

Дозиметр Фрикке (радиолиз разбавленных водных растворов ионов Fe^{2+} ; реакции в присутствии и в отсутствие O_2 ; влияние хлорид-анионов, pH, органических примесей, ЛПЭ, мощности дозы; уравнения материального баланса для радиационно-химических выходов Fe^{3+} и H_2 , величина радиационно-химического выхода Fe^{3+}). Модификации дозиметра Фрикке (дозиметр Харта-Уолш).

Тема 2.3. Цериевая дозиметрическая система. Бихроматный дозиметр.

Дозиметр Хардвика-Вейса (влияние O_2 , гидросульфат-анионов, pH, органических примесей, неорганических примесей, ЛПЭ, мощности дозы. Уравнения материального баланса для образования Ce^{3+} , величина радиационно-химического выхода Ce^{3+}). Дозиметр Кабакчи.

Тема 2.4. Щавелевокислотный дозиметр. Дозиметр на основе хлороформа. Оценка доз облучения человека ионизационным методом дозиметрии.

Дозиметр Драганича. Дозиметр Дворника. Ионизационные методы дозиметрии.

Тема 2.5. Радиометрия гамма-излучающих радионуклидов. Дозиметры на основе полимерных материалов. Твердотельные дозиметры.
Радиометрия. Пленочные дозиметры. Стеклянные дозиметры. Дозиметры на основе галогенидов щелочных и щелочноземельных металлов.

Раздел 3. Защита от ионизирующих излучений.

Тема 3.1. Основы защиты от ионизирующих излучений

Защита от фотонного излучения. Защита расстоянием. Защита экранированием. Закон ослабления фотонного излучения при прохождении через слой вещества. Защита экранированием для точечных и протяженных источников. Способы расчета толщины защитных экранов. Гомогенная защита, гетерогенная защита. Химические способы защиты.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основы дозиметрии							
1.1.	Цели и задачи дозиметрии. Классификация методов дозиметрии.				3			Устный опрос
1.2.	Физические основы дозиметрии.				3			Письменный опрос
2.	Химические методы дозиметрии.							
2.1.	Химические дозиметры.				2			Устный опрос
2.2.	Ферросульфатный дозиметр.				6			Отчет и защита лабораторной работы
2.3.	Цериевая дозиметрическая система. Бихроматный дозиметр.				6			Отчет и защита лабораторной работы
2.4.	Щавелевокислотный дозиметр. Дозиметр на основе хлороформа. Оценка доз облучения человека ионизационным методом дозиметрии.				6			Отчет и защита лабораторной работы

2.5.	Радиометрия гамма-излучающих радионуклидов. Дозиметры на основе полимерных материалов. Твердотельные дозиметры.				6			Отчет и защита лабораторной работы
3.	Защита от ионизирующих излучений.							
3.1.	Основы защиты от ионизирующих излучений				4			Письменный опрос
	Итого				36			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы:

1. Гулаков, И.Р. Регистрация ионизирующих излучений : учебное пособие / И.Р. Гулаков. - Минск : Вышэйшая школа, 2021. - 287 с.
2. Спектрометрия ионизирующих излучений. Гамма - спектрометрия./ А.К. Будыка - Москва : НИЯУ МИФИ, 2021. - 223 с.
3. Ролевич, И. В. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : лабораторный практикум / И. В. Ролевич, Г. И. Морзак, Е. В. Зеленухо. - Минск : РИВШ, 2017.
4. Ионизирующие излучения. Лабораторный практикум : учеб. пособие для студ. учреждений высш. образования по физическим и техническим спец. / [авт.: Э. А. Авдони́на и др. ; под ред. А. И. Тимощенко]. - Минск : РИВШ, 2018. - 253 с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Елохин, А.П. Методы и средства систем радиационного контроля окружающей среды / А. П. Елохин. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. – 520 с.
2. Елохин, А. П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды / А. П. Елохин. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. -316 с.
3. Бекман И.Н. Атомная и ядерная физика. Радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для вузов / И. Н. Бекман. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 493 с.
4. Иванов, Виктор Иванович. Курс дозиметрии : учебник для студ. физ. и физ.-техн. спец. вузов / В. И. Иванов. - Москва : Энергоатомиздат, 1988. – 399 с.
5. Максимов, М.Т. Радиоактивные загрязнения и их измерение / М.Т. Максимов, Г.О. Оджагов. - Москва : Энергоатомиздат, 1989. - 304 с.
6. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы / А. К. Пикаев; отв. ред. В. И. Спицын; АН СССР, Ин-т физической химии. – Москва : Наука, 1985. – 374 с.
7. Мархоцкий, Ян Людви́кович. Основы радиационной безопасности населения : учеб. пособие для студ. учреждений высш. образования / Я. Л. Мархоцкий. - 2-е изд., стер. - Минск : Вышэйшая школа, 2014. - 224 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

1. Устные опросы по темам «Цели и задачи дозиметрии. Классификация методов дозиметрии», «Химические дозиметры», письменные опросы по темам «Физические основы дозиметрии», «Основы защиты от ионизирующих излучений».

2. Подготовка отчетов по лабораторным работам по темам «Ферросульфатный дозиметр», «Цериевая дозиметрическая система. Бихроматный дозиметр», «Щавелевокислотный дозиметр. Дозиметр на основе хлороформа. Оценка доз облучения человека ионизационным методом дозиметрии», «Радиометрия гамма-излучающих радионуклидов. Дозиметры на основе полимерных материалов. Твердотельные дозиметры».

При оценке устного опроса учитывается вовлеченность студента в опрос, наличие грамотной аргументации, привлечение знаний, полученных в ходе предыдущих занятий, изучении других дисциплин специализации.

При оценивании отчета по лабораторной работе учитывается полнота и логичность ответа, грамотность и стиль изложения, корректность оформления.

Форма текущей аттестации – зачет. Итоговая отметка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29.05.2012);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 31.03.2020 № 189-ОД);
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2013);

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- выполнение и защита лабораторных работ – 70 %
- участие в устных опросах – 15 %,
- письменный опрос – 15 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости (рейтинговой системы оценки знаний) и зачетной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей успеваемости составляет 50 %, зачетной отметки – 50 %.

Примерная тематика лабораторных занятий

1. Ферросульфатный дозиметр Фрикке. Модификации дозиметра Фрикке.
 2. Цериевый дозиметр Хардвика-Вейса.
 3. Бихроматный дозиметр Кабакчи.
 4. Радиометрия гамма-излучающих радионуклидов.
 5. Дозиметр на основе щавелевой кислоты (Драганича).
 6. Оценка доз облучения человека ионизационным методом дозиметрии.
-

Описание инновационных подходов и методов преподавания учебной дисциплины

При организации учебного процесса используются:

методы и приемы развития критического мышления, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма, понимания информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

метод учебной дискуссии, предполагающий участие обучающихся в целенаправленном обмене мнениями, идеями по определенной проблеме для предъявления и (или) согласования существующих позиций.

практико-ориентированный подход, предполагающий освоение дисциплины через решение практических задач.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется:

1. Разработка и составление пакета групповых или индивидуальных заданий; изложение основных требований их выполнения.

2. Использование современных инновационных технологий: размещение в сетевом доступе учебных и учебно-методических материалов (программа дисциплины, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и другие материалы).

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Абсолютные методы дозиметрии.
2. Относительные методы дозиметрии.
3. Физические методы дозиметрии.
4. Химические методы дозиметрии.
5. Передача энергии ионизирующего излучения.
6. Дозы излучения. Мощность дозы.
7. Единицы измерения и соотношение доз.
8. Индивидуальный дозиметрический контроль — области приложения и используемые методики.
9. Принципы расчета доз внешнего и внутреннего облучения.
10. Ферросульфатный дозиметр Фрикке.
11. Модификации дозиметра Фрикке (дозиметр Харта-Уолш).
12. Дозиметры на основе сернокислотных растворов церия (дозиметр Хардвика-Вейса).
13. Бихроматный дозиметр (дозиметр Кабакчи).
14. Использование органических веществ в дозиметрии.
15. Щавелевокислотный дозиметр.
16. Дозиметры на основе растворов глюкозы.
17. Дозиметры на основе растворов хлороформа.

18. Дозиметры на основе газов. Дозиметр Хартека-Дондса.
19. Твердотельные дозиметры.
20. Дозиметры на основе полимерных материалов.
21. Методы защиты от ионизирующего излучения.
22. Защита расстоянием.
23. Защита экранированием. Расчет толщины защитных экранов.
24. Химические способы защиты.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Современные методы радиометрического и дозиметрического контроля	Кафедра радиационной химии и химико-фармацевтических технологий	нет	протокол № 6 от 12.12.2022

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на _____ / _____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры радиационной химии и химико-фармацевтических технологий (протокол № ____ от _____ г.)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

доктор химических наук,

член-корр. НАН Беларуси

Д.В. Свиридов