

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.01.01 «Основы радиологического анализа»

Направление подготовки/специальность – 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) / специализация Аналитическая химия

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «ОСНОВЫ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки



Программу составил:

М.Ю. Бурылин, профессор, д.х.н., профессор

---

Рабочая программа дисциплины «Основы радиологического анализа» утверждена на заседании кафедры (разработчика) аналитической химии протокол № 7 от «13» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Темердашев З.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Химии и высоких технологий протокол № 7 от «17» апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензент:

Кузнецов В.И., к.ф-м.н., лауреат премии Администрации Краснодарского края в области науки, председатель «Союза отходопереработчиков Краснодарского края»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Изучение основ радиационной безопасности и радиологического анализа, освоение практических навыков проведения измерений и интерпретации полученных результатов.

### 1.2 Задачи дисциплины.

Основными задачами дисциплины «Основы радиологического анализа» являются:

- ознакомление с физическими основами явления радиоактивности, нормами техники безопасности, мерами соблюдения радиационной безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях;

- формирование умений выполнять измерения на радиологическом оборудовании (спектроскопические комплексы с программным обеспечением «Прогресс») по известным методикам.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 «Основы радиологического анализа» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 -ем курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Базируется на знании предметов химического цикла, она также является предшествующей для изучения дисциплин «Безопасность жизнедеятельности» и «Химическая экология».

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.** Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных/профессиональных компетенций (ОПК/ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-4	Готов осуществлять контроль качества сырья и готовой продукции с использованием современных средств и методов исследования и анализа для целей паспортизации и сертификации	Основы физики ионизирующего излучения; нормы радиационной безопасности («Нормы радиационной безопасности» НРБ-99/2009; Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09); другие нормативные документы (законы, постановления правительства РФ, санитарные нормы и т.д.), регламентирующие выполнение условий радиационной безопасности сырья и готовой продукции для целей паспортизации и	Провести контроль радиационной безопасности сырья и готовой продукции с использованием современных методов исследования и анализа.	Навыками работы на альфа-, бета- и гамма-спектрометрическом комплексе с программным обеспечением «Прогресс» и обработки полученных результатов измерений.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			сертификации.		
2.	ПК-2	Владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований, обработки полученных результатов.	Основные типы измерительных приборов; устройство и последовательность выполнения измерений на спектрометрическом комплексе с программным обеспечением «Прогресс»; методы обработки полученных результатов измерений; основные принципы отбора проб для радиологических измерений.	Уметь подобрать подходящую методику и обосновать необходимые процедуры для проведения измерений на спектрометрических комплексах для количественного измерения интенсивности альфа-, бета- и гамма-излучений и радионуклидов.	Навыками выполнения измерений на спектрометрических комплексах; подготовки проб к радиологическим измерениям, обработки полученных результатов.

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>52,2</b>	<b>52,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>40</b>	<b>40</b>			
Занятия лекционного типа	16	16	-	-	-
Лабораторные занятия	34	34	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>55,8</b>	<b>55,8</b>			
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	45	45	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	0	0	-	-	-
<i>Реферат</i>	0	0	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	10,8	10,8	-	-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	-	-			
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>52,2</b>	<b>52,2</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Строение атома и ядерные силы	10	2			8
2	Радиоактивность и радиоактивный распад	10	2			8
3	Законы радиоактивных превращений	10	2			8
4	Взаимодействие излучения с веществом	18	4			14
5	Радиоактивные семейства и изотопы	6	2			4
6	Регистрирующие приборы	26	2		18	6
7	Нормативная база радиационной безопасности	25,8	2		16	7,8
8	КСР	2				
9	ИКР	0,2				
	Итого по дисциплине:	108	16		34	55,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Строение атома и ядерные силы.	Цели и задачи учебного курса основы радиологического анализа. Атом, его состав, характеристики основных элементарных частиц. Ядерные силы, радиоактивность и изотопы.	Устный опрос, тестирование
2.	Радиоактивность и радиоактивный распад.	Радиоактивный распад, схемы радиоактивного распада. Единицы активности.	Устный опрос, тестирование
3.	Законы радиоактивных	Законы радиоактивных превращений. Интенсивность излучения. Плотность потока частиц или квантов.	Устный опрос, тестирование

	превращений.	Закон радиоактивного распада. Радиоактивное равновесие. Связь между массой радионуклида и его активностью.	
4.	Взаимодействие излучения с веществом.	Взаимодействие излучения с веществом. Три вида взаимодействия. Поперечное сечение взаимодействия. Линейный коэффициент ослабления. Коэффициент рассеяния излучения, альбеда. Прохождение альфа-излучения через вещество. Прохождение бета-излучения через вещество. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Фотоэффект. Комптон-эффект. Эффект образования пар электрон-позитрон. Прохождение нейтронов через вещество, захват нейтронов ядрами вещества. Явление резонансного захвата.	Устный опрос, тестирование
5.	Радиоактивные семейства и изотопы	Радиоактивные семейства. Явление изотопии. Ядерно-физические свойства некоторых изотопов. Коммерческие радиоактивные изотопы. Изотопные эффекты. Анализ изотопного состава. Разделение изотопов.	Устный опрос, тестирование
6.	Регистрирующие приборы.	Активационный анализ. Группы регистрирующих приборов. Ионизационные камеры: счетно-ионизационные камеры и интегрирующие ионизационные камеры. Счетчики заряженных частиц: ионизационные счетчики (пропорциональные счетчики, счетчики с самостоятельным разрядом), полупроводниковые (кристаллические) счетчики, сцинтилляционные счетчики, черенковские счетчики. Трековые приборы для регистрации частиц: камера Вильсона, диффузионная камера, фотоэмульсионные пластинки. Их принцип действия, устройство, преимущества и недостатки.	Устный опрос, ЛР
7.	Нормативная база радиационной безопасности.	«Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) Санитарные правила и нормативы СанПин 2.6.1.2523-09»	Устный опрос, ЛР

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Учебным планом семинарские занятия не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	- Измерение суммарной удельной активности бета-излучающих радионуклидов в природных водах. - Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов в почвах и донных отложениях.	Защита лабораторной работы

2.	- Измерение суммарной удельной активности бета-излучающих радионуклидов в питьевых водах. - Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов в муке пшеничной.	Защита лабораторной работы
----	---	----------------------------

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сапожников Ю.А. Радиоактивность окружающей среды. / Сапожников Ю.А., Али-ев Р.А., Калмыков С.Н. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний: 2010. – 286 с.</li> <li>2. Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков. Радиоактивность. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 301 с.</li> <li>3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-09): Гигиенические нормативы. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. – 116 с.</li> <li>4. Савельев И.В. Курс общей физики / Савельев И.В. // Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Астрель: АСТ, 2002. – 316 с.</li> <li>5. Кеворков А.А., Бурылин М.Ю. Радиационный контроль объектов окружающей среды. Учебное пособие. Кубанский гос. ун-т. Краснодар. 2003. 45 с.</li> </ol>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

В процессе освоения данной учебной дисциплины используются следующие образовательные технологии: аудиторная работа в виде традиционных форм: лекции, семинары, практические занятия и т.п.; самостоятельная работа студентов, групповые дискуссии, занятия - конференции, дебаты, регламентированная дискуссия, проводится разбор практических задач. Предусмотрены контактные часы, в рамках которых преподаватель, с одной стороны, оказывает индивидуальные консультации по ходу выполнения самостоятельных заданий, а с другой стороны, осуществляет контроль и оценивает результаты этих индивидуальных заданий. Для фиксации творческого продвижения используется система оценки знаний студентов по результатам проверки контрольных работ, применяется обсуждение результатов работы студенческих исследовательских групп. Некоторые разделы теоретического курса рассматриваются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

В рамках программы учебной дисциплины предусмотрено посещение физико-химических лабораторий Эколога-аналитического центра и центра коллективного пользования Кубанского госуниверситета, а также самостоятельная работа с научной литературой в научной библиотеке КубГУ.

Сем естр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	<i>Л</i>		0
	<i>ЛР</i>	Обсуждение результатов измерений в исследовательских группах	12
<i>Итого:</i>			12

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

1. Рассказать об устройстве и принципе работы бета-спектрометра.
2. Изложить устройство и принцип работы гамма-спектрометра.
3. Описать устройство и принцип работы альфа-радиометра.
4. Перечислить основные пределы доз.
5. Рассказать о строении атома и привести характеристики основных элементарных частиц.
6. Что такое явление радиоактивности и как оно было открыто.
7. Рассказать о законе радиоактивного распада.
8. Что такое радиоактивное равновесие.
9. Перечислить основные законы в сфере радиационной безопасности.
10. Рассказать о явлении изотопии.
11. Как производят изотопы.
12. Какие знаете радиоактивные семейства.
13. Опишите счетчики заряженных частиц.
14. Опишите трековые приборы.
15. Как происходит взаимодействие альфа-частиц с веществом.
16. Как происходит взаимодействие бета-частиц с веществом.



17. Как происходит взаимодействие гамма-излучения с веществом.
18. Что характеризует поперечное сечение взаимодействия.
19. Что такое Альbedo.
20. Как проявляется эффект Черенкова-Вавилова.

#### 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Характеристики элементарных частиц. Ядерные силы. Радиоактивность, изотопы.
3. Радиоактивный распад. Альфа-распад.
4. Эффекты детерминированные и стохастические; основные пределы доз.
5. Бета-распад; К-захват; возбуждение ядер; схемы распадов.
7. Ионизационные камеры; счетчика заряженных частиц.
8. Интенсивность излучения; плотность потока частиц.
9. Закон радиоактивного распада; период полураспада.
10. Активность. Активность минимально значимая. Доза поглощенная. Эквивалентная доза. Эффективная доза.
11. Радиоактивное равновесие.
12. Эффекты детерминированные и стохастические; основные пределы доз.
13. Виды взаимодействия излучения с веществом. Поперечное сечение взаимодействия.
14. Трековые приборы для регистрации частиц.
15. Линейный коэффициент ослабления; слой половинного ослабления.
16. Ионизационная камера. Счетчики заряженных частиц.
17. Коэффициент рассеяния излучения – альbedo. Прохождение альфа-частиц через вещество.
18. Активность. Активность минимально значимая. Доза поглощенная. Эквивалентная доза. Эффективная доза. Единицы измерения.
19. Прохождение бета-частиц через вещество.
20. Эффекты детерминированные и стохастические; основные пределы доз.
21. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.
22. Закон радиоактивного распада; период полураспада.
23. Виды взаимодействия излучения с веществом. Поперечное сечение взаимодействия.

#### Критерии оценки:

- отметка «**зачтено**» выставляется с учетом сформированности компетенций, если дан полный, правильный ответ, материал изложен в определенной логической последовательности, демонстрируется понимание сути выполненных лабораторных работ, задача решена рациональным способом.

- отметка «**незачтено**» выставляется, если ответ студента обнаруживает незнание основного содержания учебного материала, а также в случае невыполнения лабораторных работ, предусмотренных программой.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Сапожников Ю.А. Радиоактивность окружающей среды./Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний: 2010. – 286 с.

2. Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков. Радиоактивность. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 301 с.

3. Бекман, И. Н. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА: РАДИОАКТИВНОСТЬ И ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ 2-е изд., испр. и доп. Учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 398 с. — ISBN: 978-5-534-00439-7. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/CC95A403-E772-48A7-AE64-B1FF80F23AEC/atomnaya-i-yadernaya-fizika-radioaktivnost-i-ioniziruyuschie-izlucheniya#page/1>

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Савельев И.В. Курс общей физики / Савельев И.В. // Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Астрель: АСТ, 2002. – 316 с.

2. Кеворков А.А., Бурылин М.Ю. Радиационный контроль объектов окружающей среды. Учебное пособие. Кубанский гос. ун-т. Краснодар. 2003. 45 с.

### **5.3. Периодические издания:**

- Журнал «Биофизика»
- Журнал «Медицинская физика»
- Журнал «Радиохимия»
- Журнал «Ядерная физика»

#### **5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. <http://teksert-ntb.gubkin.ru/> – библиотека ГОСТов.
2. <http://www.chem.msu.ru/rus/radio/ecol/welcome.html> - МГУ, кафедра радиохимии, учебные пособия в интернете.
4. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»
5. <http://www.niiot.ru/doc/bank00/doc248/doc.htm> - сайт Санкт-Петербургского НИИ охраны труда

#### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).**

##### **Общие рекомендации.**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

##### **Работа с конспектом лекций**

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

##### **Выполнение лабораторных работ**

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории.

Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **7.1 Перечень информационных технологий.**

Информационные технологии не предусмотрены.

### **7.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

Необходимо программное обеспечение для радиологического комплекса «Прогресс».

### **7.3. Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронный ресурс: <http://scholar.google.com/schhp?hl=en&sa=N&tab=ls&q=>
2. Электронный ресурс: <http://www.scopus.com/scopus/search/form.url>
3. Электронный ресурс: <http://www.sciencedirect.com/>

## **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Для проведения лекций используются аудитории лекционного типа.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, оснащенные аналитическим оборудованием Универсальный спектрометрический комплекс УСК «Гамма плюс».
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, осуществления текущего контроля и промежуточной аттестации предназначены учебные помещения факультета химии и высоких технологий.
4.	Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов осуществляется в читальных залах библиотеки КубГУ, зале реферативных журналов, вычислительном центре КубГУ, а также в других аудиториях факультета химии и высоких технологий с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.