

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Спецпрактикум «Радиохимия»**

**Уровень высшего образования:**

Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Радиохимия

**Форма обучения:**

очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ОПК-3.С.</b> Способен использовать методы регистрации и обработки результатов экспериментов, в том числе, полученных на современном научном оборудовании	<b>ОПК-3.С.3.</b> Оценивает возможные источники ошибок при проведении эксперимента и корректность полученных данных	<b>Уметь:</b> проводить математическую обработку физико-химических данных, обобщать полученные результаты <b>Уметь:</b> оценить основные источники ошибок при проведении эксперимента <b>Уметь:</b> оценить надежность полученных данных
<b>СПК-1.С.</b> Способен использовать знания об устойчивости атомных ядер и явлениях радиоактивности, о ядерных превращениях и реакциях, о воздействии ионизирующего излучения на вещество для квалифицированной постановки и решения радиохимических задач	<b>СПК-1.С(итог)</b> грамотно формулирует алгоритм решения радиохимических задач с учетом знаний о процессах радиоактивного распада и воздействии ионизирующего излучения на вещество	<b>Уметь:</b> грамотно формулировать алгоритм решения радиохимических задач с учетом знаний о процессах радиоактивного распада и воздействии ионизирующего излучения на вещество
<b>СПК-2.С.</b> Способен работать на современных спектрометрических и радиометрических приборах для регистрации ионизирующего излучения, для радионуклидной диагностики физико-химических процессов и свойств веществ	<b>СПК-2.С.1</b> анализирует достоинства и недостатки современных спектрометрических и радиометрических приборов для регистрации ионизирующего излучения и радионуклидной диагностики в контексте поставленной задачи	<b>Знать:</b> достоинства и недостатки современных спектрометрических и радиометрических приборов для регистрации ионизирующего излучения и радионуклидной диагностики в контексте поставленной задачи <b>Уметь:</b> проводить экспериментальные исследования на современных спектрометрических и радиометрических приборах при решении задач профессиональной деятельности
<b>СПК-3.С.</b> Владение навыками работы с закрытыми и открытыми источниками ионизирующего излучения, способен применить на практике основные нормы и правила радиационной безопасности	<b>СПК-3.С.1</b> выбирает тип источника ионизирующего излучения в зависимости от поставленной задачи, обосновывает свой выбор	<b>Уметь:</b> выполнять экспериментальные исследования с закрытыми и открытыми источниками ионизирующего излучения с соблюдением основных норм и правил радиационной безопасности

<p><b>СПК-5.С.</b> Способен использовать теоретические знания радиохимии и практические навыки работы с радионуклидами для решения конкретных теоретических и прикладных задач современной науки</p>	<p><b>С-СПК-5.С.1</b> работает с радионуклидами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p><b>Знать:</b> нормы радиационной безопасности и использует их при работе с радионуклидами  <b>Уметь:</b> работать с радионуклидами с соблюдением норм техники безопасности  <b>Владеть:</b> навыками использования теоретических знаний в области радиохимии и практических навыков работы с радионуклидами для решения задач современной химической науки</p>
--	---	---

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных единиц, всего 288 часов, из которых 210 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (184 часа – лабораторные занятия, 24 часа – индивидуальные консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 78 часов составляет самостоятельная работа студента.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

**Знать:** основные законы взаимодействия излучения с веществом, основные термины, понятия и законы действия ионизирующего и косвенно ионизирующего излучения на живые организмы.

**Уметь:** использовать методы измерения ионизирующего и неионизирующего излучения.

**Владеть:** техникой измерения различных типов излучения

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

<p><b>Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттеста-</b></p>	<p><b>Всего (часы)</b></p>	<p><b>В том числе</b></p>	
		<p><b>Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них</b></p>	<p><b>Самостоятельная работа обучающегося, часы из них</b></p>

		Лабораторные занятия	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	<b>Всего</b>
Тема 1. Практикум по радиометрии и дозиметрии		108			16		<b>124</b>			<b>36</b>
Тема 2. Практикум по радиохимии		76			8		<b>84</b>			<b>24</b>
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>						2	<b>2</b>			<b>30</b>
<b>Итого</b>	<b>288</b>	<b>184</b>			<b>24</b>	<b>2</b>	<b>210</b>			<b>78</b>

#### 6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Сайт кафедры радиохимии <http://radiochemistry-msu.ru/>

Чернышева М.Г., Бадун Г.А. Меченые соединения в физико-химических и биохимических исследованиях. Лекции и практикум. М.: изд-во Московского университета, 2018, 56 с.

Сапожников Ю.А., Калмыков С.Н., Алиев Р.А. Методическое руководство к курсу «Основы радиохимии и радиоэкологии» Жидкостно-сцинтиляционная спектрометрия. Часть 1. М.: отдел оперативной печати и информации Химического факультета МГУ. 2003. 26 с.

Фабричный П.Б., Похолок К.В. Мессбауэровская спектроскопия и ее применение для химической диагностики неорганических материалов. Конспект курса лекций для студентов старших курсов и аспирантов химического факультета МГУ. 2012. 142 с.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### Основная литература

1. В.Б.Лукьянов, С.С.Бердонос, И.О.Богатырев, К.Б.Заборенко, Б.З.Иофа. Радиоактивные индикаторы в химии. Основы метода. М.: Высшая школа, 1985, 287 с.
2. В.Б.Лукьянов, С.С.Бердонос, И.О.Богатырев, К.Б.Заборенко, Б.З.Иофа. Радиоактивные индикаторы в химии. Проведение эксперимента и обработка результатов. М.: Высшая школа, 1977, 280 с.
3. Ан.Н. Несмеянов. Радиохимия. М.: Химия. 1972, 591 с.
4. Руководство к практическим занятиям по физическим основам радиохимии. Под ред. Ан.Н.Несмеянова. М.: Химия, 1971.
5. Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков Радиохимия. М.: Лань. 2013, 304 с.
6. Учебное пособие «Основы радиохимии и радиоэкологии. Практикум». Под ред. М.И. Афанасова. М.: Принт-Ателье. 2016. 114 с.
7. М.И. Афанасов, А.А. Абрамов, С.С. Бердонос. Основы радиохимии и радиоэкологии. Сборник задач. М.: типография МГУ, 2012, 116 с.

#### Дополнительная литература

1. Ю.Б. Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М.: Физмат-лит. 2004, 442 с.
  2. И. Н. Бекман. Радиохимия. Том 1. Радиоактивность и радиация. Учебное пособие. Издательство ОНТОПРИНТ, 2011 - 398 с.
  3. Ю.А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. Радиоактивность окружающей среды. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 286 с.
  4. Г. Чоппин, Я. Ридберг. Ядерная химия. Основы теории и применения. М.: Энерго-атомиздат, 1984, 304 с.
  5. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности М., Энергоатомиздат, 1999, 516 с.
- Материально-техническое обеспечение: спецоборудование для проведения практических занятий  
 Альфа-бета радиометр УМФ-2000 - 4 шт.; Блок питания БВ - 2-2 - 6 шт.; Установка «Бета» - 8 шт.; Блок питания БВ – 22 - 5 шт.; Домик свинцовый - 1 шт.  
 Счетчики Гейгера-Мюллера с пересчетными приборами ПП-16 - 7 шт.; Установка «Волна», ПСТ-100, ВСВ-2 - 1 шт..  
 Счетчики Гейгера-Мюллера с пересчетными приборами ПП-16 - 8 шт.; Установка «Волна», ПСТ-100, ВСВ-2 - 1 шт..  
 Гамма-сцинтилляционная установка AtomSpectra 2 - 6 шт.; с компьютерным управлением Гамма-сцинтилляционная установка AtomSpectra 1 - 1 шт.; с компьютерным управлением Компьютеры Dell с мониторами для гамма-спектрометров - 9 шт.; Датчик сцинтилляционный УСД-1 - 4 шт.; Радиометр УИМ-1М - 4 шт.; Радиометр с торцевым счетчиком Гейгера-Мюллера - 4 шт.; Блок выпрямителя БВ-2 - 3 шт.; Домики свинцовые - 17 шт.; Домик свинцовый от УСД - 2 - 1 шт.

Вытяжные шкафы - 2 шт.; Спецмойка - 1 шт.; Муфельная печь - 1 шт.; Специальный бокс - 1 шт.; Дозиметр-радиометр - 1 шт.  
 Вытяжные шкафы - 2 шт.; Спецмойка - 1 шт.; Дозиметр-радиометр - 1 шт.  
 Вытяжной шкаф - 1 шт.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

Северин Александр Валерьевич, доцент, к.х.н.  
 сотрудники кафедры радиохимии

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

#### **Вопросы для зачета:**

1. Толщина кристалла NaI(Tl) сцинтилляционного детектора равна 2 см. Оцените эффективность детектора к  $\gamma$ -излучению  $^{95}\text{Nb}$ , если линейный коэффициент ослабления  $\gamma$ -излучения этого радионуклида в веществе кристалла равен  $0,253 \text{ см}^{-1}$ .
2. С использованием торцового счетчика Гейгера-Мюллера проведены измерения радиоактивности двух оксидных препаратов близкой плотности, содержащих  $^{185}\text{W}$ . Площади поверхности обоих препаратов одинаковы. Толщина первого препарата 8 мм, а второго – 12 мм. Скорости счета (без фона) препаратов оказались равны 850 и 1700 имп/мин. Каковы отношения удельных и общих активностей этих препаратов?
3. Источник излучения, содержащий равновесную смесь радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{90}\text{Y}$ , накрыт стальной пластинкой толщиной 0,03 см. Скорость счета этого препарата, измеренного с помощью торцового счетчика Гейгера-Мюллера с окном толщиной 3,6 мг/см<sup>2</sup>, составила 36000 имп/мин (за вычетом фона). Определите суммарную радиоактивность препарата, если разрешающее время счетчика  $2 \cdot 10^{-4}$  с, геометрический коэффициент равен 8 %, расстояние от препарата до счетчика 2 см. Плотность стали 7,8 г/см<sup>3</sup>.
4. Какие уровни загрязнения бета-радиоактивными нуклидами допускаются в рабочих помещениях постоянного пребывания?
5. Какова должна быть толщина свинцового экрана при работе с источником цезий-137 полный рабочий день, если активность источника 3700 МБк, а расстояние до источника 0,55 м.
6. Рассчитайте удельную радиоактивность 1 мкМ раствора ( $1\text{-}^{14}\text{C}$ )глицина.

7. Образец растительного сырья, содержащего плутоний-239, растворили в 5 мл 55 % азотной кислоты и измерили радиоактивность 0,1 мл полученного раствора на жидкостном сцинтилляционном спектрометре. Скорость счета препарата составила 4,5 срт (имп/мин). Определите количество плутония-239 в образце.
8. Оцените величину удельной радиоактивности [<sup>35</sup>S]лаурилсульфата натрия, который потребуется для определения его адсорбции на пленках полистирола геометрического размера 1x2 см, если измерение радиоактивности пленок будет проводиться с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра в сцинтилляционной жидкости на основе толуола. Предполагается, что адсорбция лаурилсульфата натрия будет в диапазоне от 0,25 до 2,5 мкмоль/м<sup>2</sup>, а измеряемая скорость счета должна лежать в пределах от 100 до 1000 срт (имп/мин).



### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
Знать: достоинства и недостатки современных спектрометрических и радиометрических приборов для регистрации ионизирующего излучения и радионуклидной диагностики в контексте поставленной задачи	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Уметь: проводить математическую обработку физико-химических данных, обобщать полученные результаты Уметь: грамотно формулировать алгоритм решения радиохимических задач с учетом знаний о процессах радиоактивного распада и воздействии ионизирующего излучения на вещество Уметь: проводить экспериментальные исследования на современных спектрометрических и радиометрических приборах при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выполнять экспериментальные исследования с закрытыми и открытыми источниками ионизирующего излучения с соблюдением основных норм и правил радиационной безопасности Уметь: работать с радионуклидами с соблюдением норм техники безопасности	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Владеть: навыками использования теоретических знаний в области радиохимии и практических навыков работы с радионуклидами для решения задач современной химической науки	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене

