

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Применение радиоактивных индикаторов**

**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 №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

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 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018,  
2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Применение радиоактивных индикаторов**
2. Уровень высшего образования – **специалитет.**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ОПК-1.С.</b> Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<b>Знать:</b> актуальные направления исследований в области современной радиохимии
<b>СПК-4.С.</b> Способность использовать физические и математические модели с учетом их возможностей и ограничений при обработке и интерпретации экспериментальных данных в избранной области физической химии	<b>Уметь:</b> использовать метод радиоактивных индикаторов различных областях химии

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 78 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 36 часов – занятия семинарского типа, 4 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 30 часов составляет самостоятельная работа студента.*

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

Обучающийся должен

**Знать:** основные законы в области неорганической, аналитической, физической химии и биохимии; основные свойства химических элементов и их соединений, закономерности установления химических равновесий и протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах;

**Уметь:** формулировать и решать конкретные задачи на основе усвоенных законов и закономерностей; получать экспериментальные данные, проводить их математическую обработку, обобщать полученные результаты;

**Владеть:** основами теории фундаментальных разделов химии, основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими физико-химические явления, расчетными методами решения химических задач, навыками работы с информационными базами данных.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1. Метод радиоактивных индикаторов	32	10	12				22	10		10
Тема 2. Изотопный обмен	34	12	12				24	10		10

Тема 3. Применение изотопных индикаторов в различных областях деятельности	36	14	12				26	10		10
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	6			4		2	6			
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>78</b>			<b>30</b>

#### 9. 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.

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

Студентам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

#### 11. 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. G. Choppin, J. Rydberg, J.-O. Liljenzin. Radiochemistry and Nuclear Chemistry. Third Edition, Butterworth-Heinemann, 2002, 709с.
3. Г. Чоппин, Я. Ридберг. Ядерная химия. Основы теории и применения. М.: Энергоатомиздат, 1984, 304 с.
4. Тальдеша Ю. Радиоаналитическая химия. 1987. 184 с.
5. М.И. Афанасов, А.А. Абрамов, С.С. Бердонос. Основы радиохимии и радиоэкологии. Сборник задач. М.: типография МГУ. 2012, 116 с.
6. В.Д. Нефедов, Е.Н. Текстер, М.А. Торопова. Радиохимия. М.: Высшая школа. 1987, 267 с.

7. И.Хала, Дж. Навратил. Радиоактивность, ионизирующее излучение и ядерная энергетика. Пер. с англ./под ред. Б.Ф. Мясоедова, С.Н. Калмыкова. М.: ЛКИ, 2013. 432 с.
8. J.Lehto, X.Hou, Chemistry and analysis of radionuclides, Wiley – VCH 2010, 406 с.
9. Ан.Н.Несмеянов. Радиохимия. Изд. второе, перераб. М., Химия, 1978.

### **Дополнительная литература**

1. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Springer
2. Radiochimica Acta, Oldenbourg Verlag.
3. IUPAC Gold Book. <http://goldbook.iupac.org>

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватель: к.х.н., доцент Бадун Г.А., к.х.н., доцент Чернышева М.Г.

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

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачёта. На зачёте проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

### **Вопросы к зачету**

1. Классификация меченых соединений. Номенклатура меченых соединений.
2. Радионуклиды для диагностики. Получение изотопов для радионуклидной диагностики.
3. Способы получения радиоактивных элементов: выделение из природных объектов, облучение мишеней, циклотронные радионуклиды, изотопные генераторы.
4. Физико-химические особенности поведения индикаторах количеств веществ.
5. Причины протекания изотопного обмена. Равнораспределение изотопов. Кинетика гомогенного изотопного обмена. Изотопное разбавление. Степень обмена.
6. Гомогенный и гетерогенный изотопный обмен.
7. Применение радиоактивных индикаторов в общей и аналитической химии
8. Радионуклиды высокой удельной радиоактивности. Радиометрический анализ. Активационный анализ.

9. Метод изотопного разбавления. Прямое изотопное разбавление. Обратное изотопное разбавление Суб-стехиометрическое изотопное разбавление. Метод концентрационно-зависимого распределения. Методы, основанные на высвобождении радиоактивного компонента ("Radio-Release"). Авторадиография.
10. Применение радиоактивных индикаторов в органической химии и биохимии
11. Определение механизмов и скоростей органических реакций с использованием радионуклидов. Изучение поверхностей и реакций в твердых телах. Радиоиммунный анализ.
12. Медицинское применение радиоактивных изотопов
13. Радионуклиды для медицины. Понятие радиофармпрепарат (РФП). Требования, предъявляемые к радионуклидам медицинского назначения и РФП.
14. Радиоактивные индикаторы в окружающей среде и промышленности.

### Расчетные задачи или тесты

1. Написать формулы соединений по их названиям
  - a) (3-<sup>14</sup>C)пропионовая кислота
  - b) (1,1-<sup>2</sup>H<sub>2</sub>,2,2-<sup>3</sup>H<sub>2</sub>)пропанол
  - c) 2,4,6-трихлор(3,5-<sup>2</sup>H<sub>2</sub>)фенол
  - d) (2,2-<sup>2</sup>H<sub>2</sub>,1,3-<sup>14</sup>C<sub>2</sub>)пропан
2. Для получения <sup>170</sup>Tm облучали потоком тепловых нейтронов плотностью 10<sup>7</sup> частиц/(см<sup>2</sup>×с) мишень из тулия площадью 2 см<sup>2</sup> и толщиной 2 мм. Продолжительность облучения 1,29 сут. Рассчитайте активность образовавшегося <sup>170</sup>Tm, учитывая, что тулий на 100 % состоит из нуклида <sup>169</sup>Tm. Плотность тулия 9,3 г/см<sup>3</sup>.
3. Смешаны спиртовые растворы C<sub>2</sub>H<sub>5</sub><sup>131</sup>I (400 мл, концентрация 0,05 моль/л) и Na<sup>131</sup>I (20 мл, концентрация 0,1 моль/л). Исходные объемные активности растворов равны 100 и 500 Бк/мл соответственно. Каковы будут удельные объемные активности C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>I и NaI во всем полученном растворе при достижении равнораспределения в системе?
4. 50 мл раствора, содержащего радиоактивный изотоп А\* без носителя, с удельной активностью 30 МБк/мл поместили в стеклянный стакан. Предполагается, что молекулы А\*В за счет молекулярной адсорбции могут покрыть монослоем всю поверхность соприкосновения раствора со стеклом (60 см<sup>2</sup>). Как изменится удельная активность раствора, если площадь, занимаемая молекулой АВ, равна 10<sup>-14</sup> см<sup>2</sup>, а постоянная распада А\* равна 5·10<sup>-8</sup> с<sup>-1</sup>?
5. С помощью изотопного обмена нашли, что относительная удельная поверхность осадка 4,6·10<sup>-2</sup> г/г. Молекулярная масса вещества осадка 300 г/моль, плотность 4 г/см<sup>3</sup>. Предположив, что молекула вещества имеет форму куба, найдите удельную поверхность осадка.
6. При определении растворимости использовано 0,2 г осадка с общей активностью 4·10<sup>5</sup> Бк. Активность 3 мл пробы оказалась равна 90±30 имп/с (без фона). Коэффициент регистрации φ = 0,1. Погрешность определения объема пробы 0,05 мл (при доверительной вероятности 95 %). Какова растворимость осадка, отвечающая 95 %-ной доверительной вероятности?

7. Для определения объема крови используют  $^{32}\text{P}$ . У пациента взяли 15 мл крови и смешали с пренебрежимо малым объемом  $\text{Na}_2\text{H}^{32}\text{PO}_4$  высокой удельной радиоактивности. Через час эритроциты (красные кровяные тельца) связали весь фосфор. Скорость счета 1 мл такой крови составила 216 000 имп/мин. 5 мл образца ввели обратно в пациента и через 30 мин снова взяли кровь на анализ. Получилось, что скорость счета 10 мл крови составила 2300 имп/мин. Рассчитайте объем крови.

### 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: принципы введения радиоактивной метки в вещества Знать: основные применения метода радиоактивных индикаторов в физической, органической и аналитической химии. Знать: актуальные направления исследований в области современной радиохимии Уметь: использовать метод радиоактивных индикаторов различных областях химии	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете