

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и  
аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук  
(ГЕОХИ РАН)

ПРИНЯТО

Ученым советом ГЕОХИ РАН

Протокол № 8 от 22 октября 2014 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора ГЕОХИ РАН  
Д.И.Н. Колотов В.П.  
22 октября 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Меченые соединения»**

**Направления подготовки:** 04.06.01 - Химические науки

*(указывается код и наименование направления подготовки)*

**Направленности (профили) подготовки:** 02.00.14 «Радиохимия»

*(наименование направленности подготовки)*

**Квалификация:** Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Форма обучения:** Очная

**Вид итогового контроля:** Зачет

*(Зачет/Дифференцированный зачет/Экзамен)*

**Москва 2016**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень кадров высшей квалификации). Приказ Минобрнауки РФ №869 от 30 июля 2014г. (зарегистрирован в Минюсте России 20 августа 2014г., регистрационный № 33718).

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – дать аспирантам, обучающимся по профилю (направленности) «Радиохимия» углубленное представление о способах введения радиоактивных меток в вещества различных классов и практическом применении меченных радионуклидами соединений для решения научных и практических задач.

Задача дисциплины – расширение и углубление знаний и навыков, определяемых содержанием базовой дисциплины «Радиохимия», и необходимых в дальнейшем для квалифицированной постановки и решения радиохимических задач, а также для последующего изучения других радиохимических спецкурсов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Меченые соединения» входит в вариативную часть ООП и относится к дисциплинам по выбору обучающихся, которые направлены на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Должны быть уже освоены дисциплины «Применение радиоактивных индикаторов» и «Ионизирующее излучение: взаимодействие с веществом, радиометрия и спектроскопия»

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>УК-1</b>	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<b>Знать:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. <b>Уметь:</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач. <b>Владеть:</b> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
<b>ОПК-1</b>	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в	<b>Знать:</b> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности

	соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<b>Уметь:</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования.
<b>ОПК-2</b>	готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	<b>Знать:</b> основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций/ <b>Уметь:</b> планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива.
<b>ПК-3</b>	способность и готовность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов в области радиохимии.	<b>Знать:</b> способность и готовность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов в области радиохимии. <b>Владеть:</b> методами планирования, подготовки, проведения научно-исследовательской работы по направленности (02.00.14 Радиохимия)

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Приведенная ниже таблица отражает распределение учебного времени, отводимого на освоение основных разделов курса. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Сем..	Прак.	КСР.		
1	Меченые соединения	108	18	18	-	-	-	90	Зачет

Содержание разделов дисциплины:

Содержание раздела (темы)	Количество часов
<i>Лекции</i>	
<b>Раздел 1. Основные концепции выбора радионуклидов для решения конкретных научных и практических задач</b> Меченое соединение и радиофармпрепарат. Радионуклидная и радиохимическая чистота. Примеры и специфика получения меченых	2

соединений с помощью реакций изотопного обмена. 3. Характеристика радионуклидов, используемых для получения меченых органических соединений.	
<b>Раздел 2. Химические и физико-химические способы введения радионуклидов в вещества различных классов</b> Основные способы введения углерода-14 в органические молекулы с помощью реакций химического синтеза. Специфика использования углерода-11 для получения меченых соединений, основные схемы проведения реакций с углеродом-11. Радиофармпрепараты на основе углерода-11. Общая характеристика методов введения радионуклидов галогенов в органические молекулы. Радиофармпрепараты на основе фтора-18.	2
<b>Раздел 3. Применение меченных соединений для фармакокинетических исследований</b>	4
<b>Раздел 4. Способы введения трития в органические молекулы</b> Химические способы введения трития в органические соединения. Изотопный обмен органических соединений с молекулярным тритием. Основные способы проведения этой реакции, используемые катализаторы и условия проведения	4
<b>Раздел 5. Атомарный тритий как зонд для исследования биологических объектов и композиционных материалов</b> Диссоциация молекулярного трития на атомы как способ получения меченых соединений. Условия проведения эксперимента и специфика реакций с органическими соединениями. Теоретические основы метода тритиевой планиграфии. Примеры объектов, исследованных с помощью этого метода.	2
<b>Раздел 6. Применение меченных тритием веществ в биохимии, физической и коллоидной химии</b>	4

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций. Основные виды самостоятельной работы: в читальном зале библиотеки, в домашних условиях с доступом к ресурсам Интернет.

Основной контроль знаний осуществляется в процессе участия в практических занятиях (обсуждения, ответов на вопросы, выполнение расчетных заданий).

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. А.Мэррей, Д.Л.Уильямс. Часть 1. Синтезы органических соединений с изотопами углерода. М., Изд. ИЛ, 1961.
2. А.Мэррей, Д.Л.Уильямс. Часть 2. Синтезы органических соединений с изотопами водорода. М., Изд. ИЛ, 1961.

3. А.Мэррей, Д.Л.Уильямс. Часть 3. Синтезы органических соединений с изотопами голоидов, азота, кислорода, фосфора, серы. М., Изд. ИЛ, 1962.
4. Г.Е. Кодина, Р.Н. Красикова. Методы получения радиофармацевтических препаратов и радионуклидных генераторов для ядерной медицины. М., Изд. дом МЭИ, 2014. 281 с.
5. Э.Эванс. Тритий и его соединения. М., Атомиздат, 1970. 309 с.
6. Э.С.Филатов, Е.Ф.Симонов. Физико-химические и ядерно-химические способы получения меченых органических соединений и их идентификация. М., Энергоатомиздат, 1987. 141 с.
7. В.П. Шевченко, И.Ю. Нагаев, Н.Ф. Мясоедов. Меченные тритием липофильные соединения. М., Наука. 2003. 246 с.
8. Б.М.Андреев, Э.П.Магомедбеков, М.Б.Розенкевич, Ю.А.Сахаровский. Гетерогенные реакции изотопного обмена трития. М., Эдиториал УРСС, 1999. 208 с.
9. Л.А.Баратова, Е.Н.Богачева, В.И.Гольданский, В.А.Колб, А.С.Спирин, А.В.Шишков. Тритиевая планиграфия биологических макромолекул. М., Наука, 1999. 175 с.

#### Дополнительная литература

1. J. Kónya, N.M. Nagy. Nuclear and Radiochemistry. First edition. Elsevier. 2012. 418 p.
2. M.J. Welch, C.S. Redvanly. Handbook of radiopharmaceuticals: Radiochemistry and applications. Wiley, 2005. 848 p.
3. G. Choppin, J. Rydberg, J.-O. Liljenzin. Radiochemistry and Nuclear Chemistry. Third Edition, Butterworth-Heinemann, 2002, 709 p.

#### Периодическая литература

Журналы Радиохимия, Radiochimica Acta, Journal of Labelled Compounds and Radiopharmaceuticals, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry.

### **7. Образовательные технологии**

Кроме очных лекций проводятся практические занятия на базе аналитических лабораторий ГЕОХИ, используется самостоятельная работа и выполнение расчетных заданий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

- Персональный компьютер (или ноутбук) с необходимым программным обеспечением для работы устройства, а также для демонстрации презентаций MS PowerPoint.

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

8.1. Радиохимическая лаборатория ГЕОХИ РАН имеет лицензию на право работ с радиоактивными веществами по второму классу. Лаборатория оснащена необходимыми приборами и оборудованием:

- приборы: гамма-спектрометр (Canberra) и полупроводниковый (HPGe) детектор, альфа-спектрометр (Canberra) с системой полупроводниковых PIPS детекторов.

- лабораторное оборудование: центрифуги разного типа, микроволновые системы разложения проб, дистилляторы, весы технические, весы аналитические, лабораторная посуда, химические реактивы, растворы радионуклидов.

8.2. Лекционная аудитория, оборудованная проекционным оборудованием и доступом в сеть «Интернет».

## **9. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

9.1. Форма контроля знаний:

9.1.1. Текущий контроль знаний в течение всего курса осуществляется с помощью контрольных вопросов.

9.1.2. Зачет по дисциплине в конце курса обучения, который проходит в виде собеседования по реферату, подготовленному аспирантом по предложенной преподавателем теме заранее.

9.2. Оценочные средства (в виде устных вопросов, тем реферата).

9.2. 1. Перечень примерных вопросов для текущего контроля знаний

1. Дайте общую характеристику методов получения меченых соединений.
2. Расскажите основные особенности проведения синтеза соединений, меченных углеродом-11.
3. Предложите несколько способов введения радиоактивных меток в молекулу метионина.
4. Приведите примеры использования меченых соединений в коллоидной химии.
5. Приведите примеры использования меченых соединений в физико-химических исследованиях.
6. Приведите примеры использования меченых соединений в биохимии. Радиоиммунный анализ.
7. Использование меченых соединений для проведения фармакокинетических испытаний.
8. Применение радионуклидов для исследования углеродных наноматериалов.
9. Радиофармпрепараты на основе углерода-11.
10. Общая характеристика методов введения радионуклидов галогенов в органические молекулы.
11. Радиофармпрепараты на основе фтора-18.
12. Получение соединений, меченных серой-32.

### 9.2.2. Домашние задания

1. Предложить способы синтеза меченных тритием соединений, исходя из заданных прекурсоров и радиоактивных агентов.
2. Предложить способ определения физико-химических свойств (растворимость, плотность паров, адсорбционная активность) выбранных веществ с использованием меченых соединений.

### 9.2.3. Список примерных тем для рефератов

1. Радиофармпрепараты на основе углерода-11.
2. Радиофармпрепараты на основе фтора-18.
3. Основные способы введения углерода-14 в органические молекулы с помощью реакций химического синтеза



## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ листа изменений или наименование элемента приложения	№ протокола Ученого Совета (секции Уч. Совета)	Дата заседания Ученого Совета (секции Уч. Совета)	Всего листов в документе	Подпись зам. директора по научной работе
	Рабочая программа обсуждена и принята на заседании Ученого совета ГЕОХИ РАН, протокол № 8	22 октября 2014 года	8	
--	Обновленный текст программы принят на заседании Ученого совета РАН, Протокол №11(8)	28 декабря 2016 года	8	