

Программа утверждена на заседании
Ученого Совета химического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
Протокол № 4 от 29 мая 2014 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Наименование дисциплины (модуля): **Меченые соединения.**

Краткая аннотация:

Курс направлен на углубление знаний слушателей в такой области радиохимии как меченные радионуклидами вещества, их получение и практическое применение в различных областях науки. Курс является продолжением базовых курсов «Основы радиохимии и радиоэкологии» и «Применение радиоактивных индикаторов».

3. Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки, направленность (Профиль) Радиохимия.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок 1 «Дисциплины».

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок 1 «Дисциплины Радиохимия».

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>УК-1</i> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>В1 (УК-1)</i> Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<i>УК-2</i> способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<i>З1 (УК-2)</i> Знать методы научно-исследовательской деятельности

<p><i>ОПК-1</i> способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования</p>
<p><i>ПК-12</i> способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.14 Радиохимия</p>	<p><i>З2 (ПК-12) Знать</i> современное состояние науки в области радиохимии, радиобиологии и практического использования радионуклидов и меченых соединений, в том числе, в процессах миграции</p>
	<p><i>У2 (ПК-12) Уметь</i> анализировать литературный теоретический и экспериментальный материал в области современной радиохимии</p>
	<p><i>У3 (ПК-12) Уметь</i> решать конкретные задачи профессиональной деятельности с применением радиоактивных изотопов</p>
	<p><i>В1 (ПК-12) Владеть</i> навыками безопасного обращения с радиоактивными веществами</p>
	<p><i>В2 (ПК-12) Владеть</i> способами применения радионуклидов и испускаемых ими ионизирующих излучений в науке, технике и медицине, математическим и программным обеспечением для решения задач фундаментальной радиохимии</p>

6. Объем дисциплины (модуля) 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 единиц, всего 108 часов, из которых 60 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 6 часов групповые консультации, 6 часов индивидуальные консультации, 6 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, 6 - мероприятия промежуточной аттестации), 48 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

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

В специалитете или магистратуре должны быть освоены дисциплины «Применение радиоактивных индикаторов» и «Ионизирующее излучение: взаимодействие с веществом, радиометрия и спектроскопия»

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 коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Основные концепции выбора радионуклидов для решения конкретных научных и практических задач	6	2	2		2		6			
Химические и физико-химические способы введения радионуклидов в вещества различных классов	18	2	2	2		2	8	10		10
Применение меченых соединений для фармакокинетических ис-	10	4	4		2		10			

следований										
Способы введения трития в органические молекулы	12	4	4	2		2	12			
Атомарный тритий как зонд для исследования биологических объектов и композиционных материалов	6	2	2		2		6			
Применение меченных тритием веществ в биохимии, физической и коллоидной химии	20	4	4	2		2	12	8		8
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	36						6			30
Итого	108	18	18	6	6	6	60			48

8. Образовательные технологии

Используются следующие технологии: проблемно-ориентированные лекции, лекции-демонстрации, интерактивные лекции. Лекции читаются ведущими учеными Московского университета и приглашенными профессорами – российскими и зарубежными учеными с мировым именем, специализирующимися в области современной радиохимии

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

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень домашних заданий. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы. Аспиранты также снабжаются инструкциями по практической работе.

10. Ресурсное обеспечение:

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.

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели:

Бадун Геннадий Александрович, к.х.н., доцент, badunga@yandex.ru,

Чернышева Мария Григорьевна к.х.н., masha.chernysheva@gmail.com,

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
2. Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала (приводятся контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.) и промежуточной (вопросы к экзамену или зачету).

Образцы оценочных средств, в том числе в виде:

- контрольных вопросов;

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.

- домашних заданий;

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

- полного перечня вопросов к зачёту:

1. Меченое соединение и радиофармпрепарат. Радионуклидная и радиохимическая чистота.
2. Примеры и специфика получения меченых соединений с помощью реакций изотопного обмена.
3. Характеристика радионуклидов, используемых для получения меченых органических соединений.
4. Основные способы введения углерода-14 в органические молекулы с помощью реакций химического синтеза.
5. Специфика использования углерода-11 для получения меченых соединений, основные схемы проведения реакций с углеродом-11.
6. Радиофармпрепараты на основе углерода-11.
7. Общая характеристика методов введения радионуклидов галогенов в органические молекулы.
8. Радиофармпрепараты на основе фтора-18.
9. Получение соединений, меченных серой-32.
10. Химические способы введения трития в органические соединения.

11. Изотопный обмен органических соединений с молекулярным тритием. Основные способы проведения этой реакции, используемые катализаторы и условия проведения.
12. Физико-химические и ядерно-химические способы активации реакций для получения меченых соединений. Общая характеристика и примеры использования.
13. Распад кратно меченных тритием соединений как уникальный способ исследования процессов ядерно-химических превращений и прямой метод синтеза уникальных соединений.
14. Диссоциация молекулярного трития на атомы как способ получения меченых соединений. Условия проведения эксперимента и специфика реакций с органическими соединениями.
15. Теоретические основы метода тритиевой планиграфии. Примеры объектов, исследованных с помощью этого метода.
16. Приведите примеры использования меченых соединений в коллоидной химии.
17. Приведите примеры использования меченых соединений в физико-химических исследованиях.
18. Приведите примеры использования меченых соединений в биохимии. Радиоиммунный анализ.
19. Использование меченых соединений для проведения фармакокинетических испытаний.
20. Применение радионуклидов для исследования углеродных наноматериалов.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проводится по билетам; билет включает 2 вопроса. В случае, если на все вопросы были даны удовлетворительные ответы, аспирант получает зачет. Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Меченые соединения» на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ*
	1	2	3	4	5	
<i>B1 (УК-1) Владеть</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ПКЗ на предмет установления последовательности действий при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<i>31 (УК-2) Знать</i> методы научной исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах научной исследовательской деятельности	Неполные представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научной исследовательской деятельности	Индивидуальное собеседование

<i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Частично освоенное умение работать с мечеными соединениями	В целом успешное, но не систематическое умение работать с мечеными соединениями	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение работать с мечеными соединениями	Успешное и систематическое умение работать с мечеными соединениями	ПКЗ
<i>32 (ПК-12) Знать</i> современное состояние науки в области радиохимии, радиобиологии и практического использования радионуклидов и меченых соединений, в том числе, в процессах миграции	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области радиохимии и практического использования радионуклидов и меченых соединений	Неполные представления о современном состоянии науки в области радиохимии и практического использования радионуклидов и меченых соединений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области радиохимии и практического использования радионуклидов и меченых соединений	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области радиохимии и практического использования радионуклидов и меченых соединений	индивидуальное собеседование; коллоквиум; доклад; письменные ответы на вопросы.
<i>У2 (ПК-12) Уметь</i> анализировать литературный теоретический и экспериментальный материал в области современной радиохимии	Отсутствие умений	Испытывает затруднения при формулировке основных тенденций развития современной радиохимии	Допускает многочисленные ошибки при выявлении логической взаимосвязи между полученными фундаментальными знаниями в области радиохимии и подходами к решению задач	Допускает отдельные ошибки при выявлении логической взаимосвязи между полученными фундаментальными знаниями в области радиохимии и подходами к решению задач	Умеет установить логическую взаимосвязь между полученными фундаментальными знаниями в области радиохимии и подходами к решению задач профессиональной деятельности	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)

			профессиональной деятельности	профессиональной деятельности		
<i>У3 (ПК-12) Уметь</i> решать конкретные задачи профессиональной деятельности с применением радиоактивных изотопов	Отсутствие умений	Испытывает затруднения при решении конкретных задач современной радиохимии	Допускает многочисленные ошибки при выявлении логической взаимосвязи между полученными фундаментальными знаниями в области радиохимии	Допускает отдельные ошибки при выявлении логической взаимосвязи между полученными фундаментальными знаниями в области радиохимии и подходами к решению задач профессиональной деятельности	Умеет установить логическую взаимосвязь между полученными фундаментальными знаниями в области радиохимии и подходами к решению задач профессиональной деятельности	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)
<i>В1 (ПК-12) Владеть</i> навыками безопасного обращения с радиоактивными веществами	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ПКЗ на предмет установления последовательности действий при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<i>В2 (ПК-12) Владеть</i> способами применения радионуклидов и испускаемых ими ионизирующих излуче-	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем,	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при	ПКЗ на предмет установления последовательности действий при решении поставленной задачи с уче-

ний в науке, технике и медицине, математическим и программным обеспечением для решения задач фундаментальной радиохимии		при решении исследовательских и практических задач	возникающих при решении исследовательских и практических задач	проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	том знаний и навыков, полученных в курсе; Реферат и его защита
---	--	--	--	---	--	--