

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/

«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Обращение с радиоактивными отходами**

**Уровень высшего образования:**

Магистратура

---

**Направление подготовки (специальность):**

04.04.01 Химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Управление проектами в области вывода из эксплуатации радиационно- и  
ядерноопасных объектов

**Форма обучения:**

очная

---

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

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок В-ПД
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор достижения - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Индикаторы достижения</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>ОПК-1.М</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современного научного оборудования, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	<b>ОПК-1.М.2</b> Проводит экспериментальные и (или) расчетно-теоретические работы в области химии, соответствующей профилю магистерской программы, с использованием современного научного оборудования и программного обеспечения	<b>Знать</b> основные аспекты обращения с радиоактивными отходами <b>Уметь</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и теоретические методы для решения задач обращения с радиоактивными отходами
<b>ОПК-2.М</b> Способен проводить критический анализ научной информации, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области исследований на основе современных теорий и концепций химии и (или) смежных наук	<b>ОПК-2.М.1</b> Проводит критический анализ научной информации в избранной области химии и (или) смежных наук, оценивает корректность использованных методов и надежность полученных результатов, перспективы их практического применения	<b>Владеть</b> навыками анализа достоинств и недостатков различных методов, используемых при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<b>СПК-1.М</b> Способен применять теоретические знания в области радиохимии для моделирования и оптимизации способов вывода из эксплуатации ядерно- и радиационноопасных объектов, включая обращение с радиоактивными отходами	<b>СПК-1.М.1</b> Формулирует актуальные проблемы химической направленности в области ядерного топливного цикла и выводе из эксплуатации ядерно- и радиационноопасных объектов	<b>Уметь:</b> формулировать актуальные теоретические и экспериментальные проблемы обращения с радиоактивными отходами, определять возможные подходы к их решению на основе фундаментальных знаний

3. Объем дисциплины (модуля) составляет **4** зачетных единиц, всего **144** часов, из которых **80** часов составляет контактная работа студента с преподавателем (**76** часов - занятия лекционного типа, **4** часа - мероприятия промежуточной аттестации), **64** часа составляет самостоятельная работа учащегося.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.  
 Для того чтобы формирование указанных компетенций было возможно, обучающийся должен  
**уметь:** аргументировать свою позицию, выстраивать логическую последовательность при обсуждении спорных вопросов  
**владеть:** навыками устной дискуссии и публичной речи, анализа данных

5. 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. ит.п.	Всего
Введение в обращение с РАО	6	4					4			2
Загрязняющие вещества и риски	6	4					4			2
Регулирование обращения с ядерными отходами	12	8					8			4
Принципы обращения с ядерными отходами	12	8					8			4

Типы и источники ядерных отходов	10	6					6			4
Схемы переработки ядерных отходов	20	16					16			4
Захоронение ядерных отходов	12	8					8			4
Оценки безопасности	12	8					8			4
Национальная политика и стратегия обращения с радиоактивными отходами	18	14					14			4
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	36					4	4			32
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>76</b>				<b>4</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>64</b>

#### 6. Образовательные технологии:

- 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).

Самостоятельная работа студентов должна быть ориентирована на освоение научных текстов и законодательных актов, посвященных проблемам обращения с радиоактивными отходами. Проверка усвоенного может производиться в виде собеседования на семинаре, письменной контрольной работы, в виде теста и др. При этом промежуточные проверки успеваемости не рекомендуется проводить исключительно в форме тестирования. Тесты, проверяющие, как правило, лишь поверхностный уровень усвоения материала, следует дополнять самостоятельными творческими работами, которые могут дифференцироваться по степени сложности.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

**Основная литература** (контрольные экземпляры в электронном и бумажном виде хранятся на кафедре философии естественных факультетов).

Ojovan M., Lee W. An Introduction to Nuclear Waste Immobilisation, 2013, 376 p.

### **Интернет-ресурсы**

1. <http://nucleardata.nuclear.lu.se/database/nudat/>
2. <http://cdfc.sinp.msu.ru/exfor/index.php>
3. <http://www.nndc.bnl.gov/nudat2/setToolTips.jsp?toolTips=on>
4. Страница кафедры радиохимии на сайте химического факультета МГУ12. Язык преподавания – английский
9. Язык преподавания – английский
10. Преподаватели: Петров Владимир Геннадиевич, к.х.н., доц.

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

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

### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

#### **• Вопросы к экзамену (полный список);**

1. Потенциальная опасность ядерных отходов, концепция реальной опасности. Долговечность отходов и уменьшение реальной опасности.
2. Регулирование обращения с ядерными отходами. Регулирующие организации. Философии Защиты. Критерии и уровни освобождения.
3. Регулирование обращения с ядерными отходами. Сбросы (выбросы). Освобождение материалов от регулирующего контроля. Условное освобождение.
4. Контроль радиационной опасности

5. Классификации ядерных отходов.
6. Регулирование радиоактивных отходов и стандарты Международного агентства по атомной энергии
7. Принципы обращения с ядерными отходами
8. Типы и источники ядерных отходов.
9. Входные и эксплуатационные отходы ядерного топливного цикла
10. Отходы вывода из эксплуатации
11. Отходы неядерного топливного цикла
12. Короткоживущие радионуклиды в отходах
13. Долгоживущие радионуклиды в отходах
14. Схемы переработки ядерных отходов. Категоризация для обработки
15. Операции перед захоронением
16. Утилизация (захоронение)
17. Формы Отходов
18. Упаковки отходов
19. Вывод из эксплуатации на месте
20. Характеристика радиоактивных отходов. Характеризация полей излучения. Отбор проб и характеристика загрязнения поверхности. Методы определения характеристик отходов
21. Характеризация упаковок и форм отходов
22. Характеризация материалов для освобождения
23. Предварительная обработка радиоактивных отходов. Сбор и сегрегация. Корректирование. Уменьшение размера. Упаковка. Обеззараживание
24. Обработка радиоактивных отходов. Обработка водных отходов. Обработка органических жидких отходов. Обработка твердых отходов. Обработка газообразных отходов.
25. Имобилизация радиоактивных отходов в цементе
26. Имобилизация радиоактивных отходов в битуме
27. Имобилизация радиоактивных отходов в стекле
28. Керамики и новые технологии
29. Транспортировка и хранение радиоактивных отходов.
30. Захоронение ядерных отходов
31. Оценка показателей материалов

- 32. Оценки безопасности
- 33. Национальная политика и стратегия обращения с радиоактивными отходами
- 34. Разработка политики (предпосылки, типовые элементы, реализация)
- 35. Разработка стратегии (предпосылки, доступные варианты, аспекты развития, реализация)
- 36. Обновление политики и стратегии

**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 основные аспекты обращения с радиоактивными отходами	устный опрос на экзамене
уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и теоретические методы для решения задач обращения с радиоактивными отходами Уметь: формулировать актуальные теоретические и экспериментальные проблемы обращения	устный опрос на экзамене



с радиоактивными отходами, определять возможные подходы к их решению на основе фундаментальных знаний	
владеть навыками анализа достоинств и недостатков различных методов, используемых при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	устный опрос на экзамене