

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)
Ядерный топливный цикл. Теоретические основы

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.

Формируемые компетенции (код компетенции)	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
СПК-1.М Способен применять теоретические знания в области радиохимии для моделирования и оптимизации способов вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов, включая обращение с радиоактивными отходами	СПК-1.М.1 Формулирует актуальные проблемы химической направленности в области ядерного топливного цикла и выводе из эксплуатации ядерно- и радиационноопасных объектов	<p>Знать основные аспекты каждого этапа ядерного топливного цикла</p> <p>Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и теоретические методы для решения задач в области ядерного топливного цикла</p> <p>Уметь: формулировать актуальные теоретические и экспериментальные проблемы в области химических аспектов ядерного топливного цикла, определять возможные подходы к их решению на основе фундаментальных знаний</p>

3. Объем дисциплины (модуля) составляет **3** зачетных единиц, всего **108** часов, из которых **42** часа составляет контактная работа студента с преподавателем (**38** часов - занятия лекционного типа, **2** часа – групповые консультации, **2** часа - мероприятия промежуточной аттестации), **66** часов составляет самостоятельная работа учащегося.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.
 Для того чтобы формирование указанных компетенций было возможно, обучающийся должен
знать: основы химии элементов
уметь: анализировать материал химического содержания

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

Наименование и краткое содержание	Всего	В том числе
-----------------------------------	-------	-------------

жание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	(часы)	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.п.	Всего
Основные аспекты ядерного топливного цикла. Основные достоинства и недостатки разных типов ЯТЦ	12	4					4			8
Методы добычи и переработки урановой руды	24	14					14			10
Методы обогащения урана	20	10					10			10
Типы ядерного топлива и методы их фабрикации	24	10					10			14
Промежуточная аттестация <i>Зачет</i>	28			2		2	4			24
Итого	108	38		2		2	42			66

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, посвященных проблемам ядерного топливного цикла. 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).

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.

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 - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций и ЗУВ, перечисленных в п.2.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

• Вопросы к зачету (полный список);

1. Различные ядерные топливные циклы. Экономические показатели и статистика разных стран. Уран-плутониевый цикл. Ториевый цикл.
2. Уран в природе, его минералы и месторождения. Способы добычи урановых руд, обогатительные и аффинажные процессы. Конечные продукты урановых горно-обогатительных комбинатов.
3. Технология конверсии в UF₆.
4. Виды урана по степени его изотопного обогащения. Математические основы обогатительных процессов. Газодиффузионный способ обогащения, его преимущества и недостатки. Газоцентрифужный способ обогащения, его преимущества и недостатки. Лазерно-оптические и электромагнитные процессы обогащения.
5. Виды топливных композиций для фабрикации ядерного топлива. Диоксид урана как основная форма топлива реакторов на тепловых нейтронах. Технологические стадии фабрикации топлива от обогащенного UF₆ до керамического UO₂. Смешанное МОКС и СНУП топливо, особенности производства, преимущества и недостатки. ТВЭЛ и ТВС, их материалы и конструкционные особенности.
6. Физические основы процессов получения энергии при работе реакторной установки. Запаздывающие и мгновенные нейтроны. Сечение реакции деления ядра в зависимости от энергии налетающих нейтронов. Накопление продуктов деления ядра и продуктов захвата нейтронов ядром. Величина степени выгорания, ее разновидности. Наиболее важные продукты деления, физико-химические формы их нахождения в ОЯТ. Наиболее важные продукты захвата нейтронов. Деграция топлива при облучении, радиационные повреждения материала топлива и конструкционных материалов. Накопление продуктов деления - нейтронных ядов, понятие йодной ямы.
7. Схема преобразования энергии деления ядер в электрическую энергию на типовой АЭС. Классификация реакторов на установки на тепловых и быстрых нейтронах. Типы реакторов на тепловых нейтронах по виду замедлителя, теплоносителя и топлива. Основы конструкции реакторов ВВЭР и РБМК, их отличия. Реакторы на быстрых нейтронах, их особенности, основы конструкции реакторов типа БН и БРЕСТ.
8. Хранение и выдержка ОЯТ, виды хранилищ. Транспортировка ОЯТ, понятие о транспортно-упаковочном контейнере. Классификация способов вскрытия ТВЭЛ. Метод «рубка-выщелачивание», стадия рубки. Стадия растворения ОЯТ, условия процесса. Осветление растворов после растворения. Возможные модификации головной операции переработки ОЯТ.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

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

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
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

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
знать основные аспекты каждого этапа ядерного топливного цикла	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и теоретические методы для решения задач в области ядерного топливного цикла уметь: формулировать актуальные теоретические и экспериментальные проблемы в области химических аспектов ядерного топливного цикла, определять возможные подходы к их решению на основе фундаментальных знаний	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете