МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им**.** Н**.**И**.** Лобачевского»

|  |
| --- |
| Химический факультет |

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Декан |  | Князев А.В. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « | «29 | » |  | мая | 2018 г. |

Рабочая программа дисциплины

|  |
| --- |
| **Радиохимия и радиоэкология** |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **бакалавриат** |

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **04.03.01 - Химия** |

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Химия и материаловедение** |

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **бакалавр** |

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

Нижний Новгород

2018 год

1. **Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Радиохимия» относится к вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (Б1.В.05), является обязательной для освоения студентами очной формы обучения на втором году обучения в 4 семестре.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Неорганическая химия», «Строение вещества», «Физика», «Математика».

Целями освоения дисциплины «Радиохимия» являются**:**

* системное освоение основных теоретических положений в области химии радиоактивных элементов (естественных и искусственных) и поведения их в объектах окружающей среды.
* приобретение практических навыков проведения исследований в области радиохимии как фундаментальной науки.

**3**адачи дисциплины**:**

* изучение химии радиоактивных элементов (естественных и искусственных), а также поведения радионуклидов в окружающей среде;
* освоение физических основ радиоактивности, взаимодействия излучений с веществом и методов их регистрации;
* приобретение знаний о ядерных реакциях и их применении;
* приобретение знаний о ядерном топливном цикле, его химических и экологических проблемах;
* формирование теоретических представлений о радиационном фоне окружающей среды и закономерностях его изменения;
* формирование умения применять экспериментальные методы регистрации радиоактивных излучений для решения практических задач.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Формируемые компетенции  (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине «Радиохимия»**,** характеризующие этапы формирования компетенций |
| ОПК***-1 (***пороговый уровень***)***  Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач | З*1:* Знать о главных задачах и объектах исследования радиохимии как науки, ее междисциплинарных связях; об основных физических закономерностях, описывающих явление радиоактивного распада; о видах радиоактивных излучений, их взаимодействии с веществом; химические свойства основных естественных радионуклидов и закономерности их поведения в окружающей среде; представления о радиационном фоне окружающей среды и особенностях его формирования; классификацию, закономерности протекания и способы применения ядерных реакций; виды и особенности ядерного топливного цикла; концепцию по обращению с ядерным топливом и радиоактивными отходами.  У*1:* Уметь составлять уравнения радиоактивного распада и ядерных реакций; характеризовать типы радиоактивных излучений; рассчитывать периоды полураспада, радиоактивные постоянные, активность радионуклидов; применять закон радиоактивного распада и уравнения радиоактивных равновесий в исследовании химических проблем.  В*1:* Владеть навыкамиоценки радиоактивности исследуемых материалов, в том числе в сложных системах и во времени; прогнозирования возможности и времени наступления радиоактивного равновесия в заданной системе; оценки радиационного риска и выбора способа защиты от ионизирующих излучений; планирования проведения радиохимического исследования. |
| ОПК***-2 (***пороговый уровень***)***  Владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций | З*1:* Знать методы регистрации радиоактивных излучений; методы разделения и выделения радиоактивных изотопов из смеси; основные методики проведения радиохимического анализа; основные принципы дозиметрии.  У*1:* Уметь осуществлять выбор метода регистрации радиоактивных излучений; проводить измерения радиоактивных излучений с помощью счетчиков Гейгера-Мюллера, α-β-радиометров, дозиметрических приборов; осуществлять предварительную подготовку радиоактивных препаратов для лабораторных измерений.  В*1:* Владеть навыками работы с малыми количествами радиоактивных веществ; разделения и определения радионуклидов; экспериментального определения периодов полураспада радионуклидов; экспериментальной оценки скорости выхода радионуклида в окружающую среду; определения уровня радиационного фона в помещении, а также фона, создаваемого различными объектами. |
| ПК 4 - Способность применять основные естественно-научные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов | Знать  Законы законы радиоактивного распада в простых и сложных системах, закономерности развития атомной энергетики, эволюцию развития радиоэкологических естественных и искусственных процессов с участием естественной и искусственной радиоактивности  Уметь  Применять законы радиоактивных превращений индивидуальных и генетически связанных радионуклидов, закономерности формирования дозовых нагрузок от природных и техногенных источников облучения, оценивать и анализировать риски при выполнении работ с радиоактивными материалами  Владеть  Навыками анализа полученных экспериментальных результатов по определению абсолютной активности радиоактивных изотопов, в т. ч. в сложных системах генетически связанных радионуклидов, при определении дозы облучения, при оценке количественных характеристик химической устойчивости отходов ядерного топливного цикла. |
| ПК 12 - Способность принимать решения в стандартных ситуациях, брать на себя ответственность за результат выполнения заданий | Знать  Ситуации при выполнении лабораторных работ в практикуме - работе на радиометрическом и дозиметрическом оборудовании, в которых необходимо принимать решения и брать на себя ответственность за полученные результаты  Уметь  Принимать решения о правильном использовании радиоактивных препаратов, способах защиты от ионизирующего излучения, быть ответственным за результаты, полученные при выполнении лабораторных работ и при решении контрольных заданий, уметь работать с Veb-порталом «Nucleonica» и другими компьютерными программами  Владеть  Навыками принятия решений о правильном использовании радиоактивных препаратов, способах защиты от ионизирующего излучения, ответственностью за результаты, полученные при выполнении лабораторных работ и при решении контрольных заданий, приемами работы с Veb-порталом «Nucleonica» и другими компьютерными программами |
| ОК**-2:** Способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции  ОК**-9:** способность использовать приемы первой помощи**,** методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций**.** | Знать**:** закономерности и этапы исторического процесса**,** основные исторические факты**,** даты**,** события и имена исторических деятелей России**;** основные события и процессы отечественной истории  Уметь**:**  критически воспринимать, анализировать и оценивать историческую информацию, факторы и механизмы исторических изменений  Владеть**:**  навыками анализа причинно-следственных связей в развитии российского государства и общества; места человека в историческом процессе и политической организации общества; навыками уважительного и бережного отношения к историческому наследию и культурным традициям России  Знать**:**  основные природные и техногенные опасности, их свойства и характеристики.  Код З**1 (**ОК**-9) - I**  Знать**:**  характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы и способы защиты от них.  Код З**2 (**ОК**-9) - I**  Знать**:**  теоретические основы безопасности жизнедеятельности при ЧС  Код З**3 (**ОК**-9) - I**  Уметь**:**  идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации  Код У**1 (**ОК**-9) - I**  Уметь**:**  принимать решения по целесообразным действиям в ЧС  Код У**2 (**ОК**-9) - I**  Уметь**:**  распознавать жизненные нарушения при неотложных состояниях и травмах  Код У**3 (**ОК**-9) - I**  Владеть**:**  понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности жизнедеятельности  Код В**1 (**ОК**-9)** – **II**  Владеть**:**  приемами и способами использования индивидуальных средств защиты в ЧС  Код В**2 (**ОК**-9)** – **II**  Владеть**:**  основными методами защиты производственного персонала и населения при возникновении ЧС  Код В**3 (**ОК**-9)** – **II**  Владеть**:**  приемами оказания первой помощи пострадавшим в ЧС и экстремальных ситуациях  Код В**4 (**ОК**-9)** – **II** |

1. **Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Объем дисциплины «Радиохимия и радиоэкология» на очной форме обучения составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых: 67 часов – контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа – занятия лекционного типа, 32 часа – лабораторные работы, 3 часа – контроль самостоятельной работы); 54 часа – мероприятия промежуточной аттестации; 59 часов составляет самостоятельная работа обучающегося на очной форме обучения.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| Занятия лекционного типа | Занятия лабораторного типа | Консультации | Всего |
| Раздел 1.  Введение. Основные понятия и определения. | 21 | 2 |  |  | 2 | 19 |
| Раздел 2.  Естественная радиоактивность. Типы распада. Законы радиоактивного распада накопления радионуклидов | 62 | 16 | 26 |  | 42 | 20 |
| Раздел 3.  Искусственная радиоактивность в техногенных процессах и в природе. | 40 | 14 | 6 |  | 20 | 20 |
| Контроль самостоятельной работы | 3 |  | 3 |  | 3 |  |
| Промежуточная аттестация –  Экзамен **(4** семестр**)** | 54 |  |  |  |  |  |
| **Итого** | **180** | **32** | **35** |  | **67** | **59** |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках лабораторных занятий. Промежуточный контроль осуществляется при проведении комплексного экзамена (предполагает выполнение практических заданий).

3.1. Содержание разделов дисциплины

1. Естественная радиоактивность. Радиоактивность в природе.
   1. Предмет курса радиохимии. Научно-исторический аспект. Экологический аспект радиохимических проблем.
   2. Радиоактивный распад. Виды распада: α-, β- и γ- распад, спонтанное деление, протонный нейтронный и др. виды. Виды радиоактивных излучений и их свойства. Взаимодействие излучения с веществом. Поглощение излучений. Измерение радиоактивных излучений. Методы регистрации. Ионизационные методы. Счетчик Гейгера. Сцинтилляционные методы. Ошибки измерений. Основы дозиметрии.
   3. Закон радиоактивного распада. Активность. Период полураспада, радиоактивная постоянная. Методы их определения. Единицы активности. Накопление дочерних продуктов. Вековое и подвижное равновесие. Радиоактивные изотопы в природе. Радиоактивные семейства. Уран. Торий. Радон и продукты его распада. Определение возраста минералов и других объектов по радиоактивности (радиогенная шкала времени).
   4. Радиационный фон. Происхождение радиационного фона. Изменение фона на Земле во времени и в пространстве. Роль естественной радиоактивности в формировании радиационного фона. Изменение естественного фона в процессе техногенной деятельности. Фон в помещении. Роль радона. Нормативы по фону. Применение естественной радиоактивности.
2. Искусственная радиоактивность в техногенных процессах и в природе.
   1. Искусственная радиоактивность. Открытие искусственной радиоктивности. Научные основы. Ядерные реакции. Закогы сохранения и основные характеристики ядерных реакций. Тепловой эффект. Порог. Эффективное сечение. Механизмы ядерных превращений. Реакции на заряженных частицах. Потенциальный барьер. Особенности реакций на нейтронах. Выход ядерных реакций. Примеры ядерных реакций в природе и в технологиях. Применение ядерных реакций в химическом анализе. Нейтронно-активационный анализ. Реакции деления и термоядерного синтеза и их роль в получении энергии. Актиниды и другие элементы конца Периодической системы. Их синтез свойства и применение Карта нуклидов и ее развитие.
   2. Ядерный топливный цикл (ЯТЦ). Химические и экологические проблемы. Ядерное топливо. Его получение. Условия осуществления управляемой цепной реакцией деления. Принцип работы ядерного реактора. Открытый и замкнутый ядерный топливный цикл. Регенерация топлива. Радиоактивные отходы. Экологические проблемы ЯТЦ. Снятие АЭС с эксплуатации. Аварии на атомных объектах. Экологические последствия испытаний атомного оружия. Проблема «избыточного» оружейного плутония и подходы к ее решению. Ядерная безопасность населения и законодательные акты.
   3. Физико-химические основы поведения радионуклидов в объектах окружающей среды. Закономерности распределения примесей в процессах адсорбции, соосаждения, экстракции и их роль в рассеянии и концентрировании радионуклидов в природных и технологических условиях.
   4. Мониторинг радиационных загрязнений окружающей среды. Понятие радиационного риска. Сопоставление радиационного риска и риска от производства энергии другими способами, а также риска от других видов человеческой деятельности.
   5. Применение динамических Интернет-технологий в изучении курса «Радиохимия и радиоэкология». Veb-Portal Nucleonica в режиме on-line. Графическое моделирование и расчетные задачи в разделах 1.2, 1.3, 2.1, 2.2 настоящего курса.

3.2. Лабораторный практикум

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Номер раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ |
| 1 | 1 | Методы регистрации ионизирующих излучений. Определение радиоактивности с помощью счетчиков ядерных излучений |
| 2 | 1 | Выделение изотопа тория UXI из урановой соли и его идентификация по периоду полураспада |
| 3 | 1 | Определение содержания радона и продуктов его радиоактивного распада в воздухе помещений |
| 4 | 1 | Определение мощности дозы естественного радиационного фона |
| 5 | 2 | Определение токсичности радиоактивных отходов |

1. **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и лабораторных занятий.

Предусмотрены лекции-визуализации с проблемным изложением основных тем курса, которые входят в рабочую программу (представлены в таблице «Содержание дисциплины»). На лабораторных занятиях выполняются тематические лабораторные работы, на которых отрабатываются навыки работы с радиоактивными веществами, проведения измерений радиоактивных излучений, оценки радиационного риска и решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.

Рекомендуемые образовательные технологии**:** рейтинговая технология, технология интегративного, проблемного, инновационного, личностно-ориентированного, дифференцированного, индивидуального, развивающего обучения и гуманистического образования.

100 % лекций будет читаться с использованием мультимедийных средств обучения. Лекции составляют не более 40 % от всех часов аудиторных занятий.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу, коллоквиумам, а также оформление научных рисунков как отчета по соответствующим темам лабораторных работ.

Отчеты по лабораторным работам представляют собой отчетный документ о работе студента в течение семестра. Наличие отчетов, зачтенных преподавателем, ведущего лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче экзамена по дисциплине. Это также один из эффективных методов познания, так как именно в процессе написания отчета студент детально и вдумчиво анализирует основные физические закономерности, описывающие явление радиоактивности и процедуры измерения радиоактивных излучений, проводит необходимые расчеты, формулирует вывод о проделанной работе, что способствует лучшему усвоению материала, развивает у студентов внимание и наблюдательность.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

* Устный опрос
* Коллоквиумы по темам разделов 2 и 3
* Проверка отчетов по темам лабораторных занятий

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме экзамена**.**

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:**
   1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, в которых участвует дисциплина «Радиохимия и радиоэкология «

ОПК**-1** – Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач.

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 04.03.01 «Химия»**.**

Уровни освоения компетенций: пороговый.

ОПК**-2** – Владеет навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

ОК-**2** - способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции

ОК-**9** - способность использовать приемы скорой помощи ., методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций

ПК-**4** - способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов

ПК-**12** - способность принимать решения в стандартных условиях, брать на себя ответственность за результат выполнения заданий

**6.2.** Описание шкал оценивания

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала;
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен в 4 семестре проводится в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы на момент сдачи экзамена, имеющие зачтенные преподавателем, ведущим лабораторные занятия, отчеты по темам лабораторных работ.

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется**:** ответ по билету на экзамене.

|  |  |
| --- | --- |
| Оценка | Уровень подготовки |
| Превосходно | Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий поход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, правильно решил задачу и дал по ней исчерпывающие объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы\*. |
| Отлично | Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, правильно решил задачу и дал по ней объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы. |
| Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Задача решена верно, по ней даны полные объяснения. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы. |
| Хорошо | В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Задача решена верно, но объяснения по ней даны неполные. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы. |
| Удовлетворительно | Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос, но при ответах на наводящие вопросы, смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Задача решена верно, но объяснения по ней не даны. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы. |
| Неудовлетворительно | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Задача решена неверно, объяснения по ней не даны. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы. |
| Плохо | Студент отказался отвечать на экзаменационный билет. |

\*информация предоставляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

Оформление результатов лабораторных работ проводится в виде отчетов.

**6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные ответы на вопросы коллоквиумов;

- индивидуальный устный ответ (допуск к лабораторной работе) по тематике лабораторного занятия;

- собеседование на экзамене (4 семестр).

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания (ПКЗ), включающие выполнение одной или нескольких задач;

- выполнение лабораторных работ по данной дисциплине;

- оформление отчетов по темам лабораторных работ.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.**

***Примерный перечень вопросов (устный опрос) для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-1, ОПК-2:***

Раздел 1. Естественная радиоактивность. Радиоактивность в природе **(ОПК-1)**

1. Как изменяются масса и заряд ядра при α-, β- и γ-распаде?

2. Ионизирующее действие и проникающая способность α-, β- и γ-излучения.

3. Как определяется энергия α-, β- и γ-излучения.

4. Дифференциальная и интегральная форма закона радиоактивного распада.

5. Графическое изображение закона радиоактивного распада.

6. Что такое период полураспада, постоянная радиоактивного распада, средняя продолжительность жизни? Уравнения, связываюшие эти величины.

7. Какие единицы активности Вам известны?

8. Что такое абсолютная активность?

9. Соотношение между скоростью счета и абсолютной активностью.

10. Методы определения периода полураспада короткоживущего и долгоживущего радионуклидов.

11. Каков период полураспада изотопа, если за 5 часов его активность уменьшилась в 16 раз?

12. Почему можно считать, что за 10 периодов полураспада изотопа образец практически полностью распадется?

13. Во сколько раз увеличится активность препарата радия, очищенного от продуктов распада, после установления векового равновесия со всеми продуктами распада? Через какой промежуток времени практически наступает равнвесное состояние?

14. Назовите отдельные (вне радиоактивных семейств) радиоактивные изотопы, имеющиеся в природе.

15. Назовите изотопы, непрерывно синтезируемые в природе7

16. На каких механизмах взаимодействия излучения с веществом основаны известные Вам методы регистрации радиоактивных излучений?

17. Типы счетчиков для регистрации радиоактивных излучений и принцип их действия.

18.Как устроен счетчик Гейгера?

19. Устройство и назначение торцового счетчика.

20. Механизм регистрации излучений сцинтилляционным счетчиком.

21. Что такое активный осадок эманации?

22. Как меняется активность продуктов распада эманации радия ?

23. Как изменяется активность радона, образующегося из радия, во времени?

24. Что такое радиоактивное равновесие?

25. При каких условиях осуществляется вековое радиоактивное равновесие?

26. При каких условиях осуществляется подвижное радиоактивное равновесие?

27. Уравнение, описывающее изменение активности дочернего радиоактивного вещества во времени.

28. Определение геологического возраста минералов.

29. Химические свойства урана, тория, радия, радона.

30. Распределение β-частиц по энергии. Графическая зависимость.

31. Что такое внутренняя конверсия γ-лучей?

32. Какое излучение сопутствует позитронному распаду?

33. Сравните удельную активность KCl и RbCl.

34.. В какие радиоактивные семейства входят радионуклиды Th-230, Ra-228, Pb-212, Po-210, Rn-220, Rn-222?

35. Схематическое представление α-распада. Тонкая структура спектра и длиннопробежечные α-частицы.

36. Изотопы каких элементов входят в состав активного осадка радона? торона? актинона?

37. Поглощенная доза. Единицы измерения.

Эффективная эквивалентная доза. Единицы измерения.

38. Зкспозиционная доза. Единицы измерения.

39. Приборы дозиметрического контроля.

40. Факторы, определяющие радиационный фон.

41. Роль радонав формировании радиационного фона.

Раздел 2. Искусственная радиоактивность в техногенных процессах и в природе **(ОПК-2)**

42. Радиационный фон помещений.

43. Что такое эффективное сечение ядерной реакции и от каких факторов оно зависит

44. Типы ядерных реакций.

45. Типы ядерных реакций, в результате которых образуются изотопы облучаемых элементов?

46. Что такое замедлитель нейтронов?

47. Напишите реакции образования «осколочных» изотопов в ядерном реакторе.

48. Как изменяются заряд и массовое число изотопов мишени в ядерных реакциях с нейтронами, протонами, дейтонами, α-частицами и γ-квантами?

49. Какие искусственно-радиоактивные изотопы известны Вам?

50. Что такое изотопные и неизотопные носители? В каких случаях необходимо применение носителей при работе с растворами радиоактивных веществ.

51. Ядерная реакция деления тяжелых ядер.

52. Энергия деления и энергия активации деления.

53. Цепная реакция деления. Условия ее осуществления.

54. Источники нейтронов.

55. Спонтанное деление ядер.

56. Ядерное топливо.

57. Принцип работы ядерного реактора.

58. Открытый и замкнутый ядерный топливный цикл.

59. Как оценивают токсичность радиоактивных отходов?

60. Какие формы отверждения отходов Вам известны? В чем достоинства и недостатки каждой из них?

61. Что такое «оружейный» плутоний? Какие существуют варианты решения проблемы «избыточного оружейного» плутонии?

62. Какие методы синтеза плутония и заплутониевых элементов Вам известны?

63. Какие ядерные реакции лежат в основе методов синтеза элементов конца Периодической системы?

64. Актиниды и их электронное строение.

65. Где применяются актинидные элементы (кроме урана и плутония)?

66. Существуют ли в природе заурановые элементы? Если да, то как они могут образоваться в природных условиях?

67. Каковы последствия аварий на атомных объектах?

Каковы экологические последствия испытаний атомного оружия?

68. Что такое «бомбовый» радиоуглерод?

69. Каков вклад искусственной радиоактивности в общий радиационный фон?

70. Приведите примеры реакций термоядерного синтеза.

71. Реакции термоядерного синтеза на звездах.

***Примерный перечень заданий для оценки сформированности знаний и умений компетенции ПК-4, ПК-12, ОК-2, ОК-9:***

Ниже приведены типичные примеры заданий коллоквиумов:

**Коллоквиум №1 (ПК-4)**

Естественная радиоактивность**.** Радиоактивность в природе**.**

1. Предмет курса радиохимии. Экологический аспект радиохимических проблем.
2. Радиоактивный распад. Виды распада. α-, β-, γ-распад, спонтанное деление. Энергия распада. Спектры. Виды радиоактивных излучений и их свойства. Взаимодействие излучения с веществом. Поглощение излучений. Измерение радиоактивных излучений. Методы регистрации. Ионизационный метод. Счетчик Гейгера. Ошибки измерений. Основы дозиметрии. Единицы дозы.
3. Закон радиоактивного распада. Активность. Период полураспада, радиоактивная постоянная. Методы их определения. Единицы активности. Накопление дочерних продуктов. Радиоактивное равновесие. Время установления равновесия. Радиоактивные ряды. Радиоактивные изотопы в природе. Радон и продукты его распада. Определение возраста минералов и других объектов по радиоактивности.
4. Радиоактивный фон. Происхождение радиоактивного фона. Изменение фона на Земле во времени и в пространстве. Роль естественной радиоактивности в формировании радиационного фона. Изменение естественного фона в процессе техногенной деятельности. Фон в помещении. Нормативы по фону. Роль радона в помещении. Опасность радонового фактора. Способы его контроля и пути снижения его вклада в общее облучение человека. Применение естественной радиоактивности.

**Коллоквиум №2 (ПК-12, ОК-2, ОК-9)**

Искусственная радиоактивность в окружающей среде**.**

**ПК-12:**

1. Искусственная радиоактивность. Научные основы. Ядерные реакции. Законы сохранения и основные характеристики ядерных реакций. Тепловой эффект. Порог. Эффективное сечение. Механизмы ядерных превращений. Реакции на заряженных частицах. Потенциальный барьер. Особенности реакций на нейтронах Образование и обнаружение нейтронов. Выход ядерных реакций. Примеры ядерных реакций в природе и в технологии. Применение ядерных реакций в химическом анализе. Нейтронно-активационный анализ. Реакции деления и термоядерного синтеза и их роль в получении энергии.

Актиниды, синтез, электронное строение, применение.

**ОК-2:**

1. Ядерный топливный цикл (ЯТЦ). Химические и экологические проблемы.

Ядерное топливо. Его получение. Условия осуществления управляемой цепной реакции деления. Принцип работы ядерного реактора. Открытый и замкнутый ядерный топливный цикл. Регенерация топлива. Радиоактивные отходы. Экологические проблемы ЯТЦ. Снятие АЭС с эксплуатации. Аварии на атомных объектах. Экологические последствия испытаний атомного оружия. Правовые основы атомной энергетики. Ядерная безопасность населения и законодательные акты.

1. Физико-химические основы поведения радионуклидов в объектах окружающей среды. Закономерности распределения примесей в процессах адсорбции, осаждения, соосаждения и экстракции и их роль в рассеянии и концентрировании радионуклидов в природных и технологических условиях.

**ОК-9:**

4. Мониторинг радиационных загрязнений окружающей среды. понятие радиационного риска. Сопоставление радиационного риска и риска от производства энергии другими способами, а также риска от других видов человеческой деятельности.

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД

**7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля) «Радиохимия и радиоэкология»**

Теоретическая подготовка к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

**7.1. Основная литература:**

1. Краткий курс радиохимии./ Под ред. Николаева А.В. М. Высшая школа. 1969. 350 с.

2. Мухин К.Н. Введение в ядерную физику. М.: Атомиздат. 1965. 720 с.

2. Радиоактивные индикаторы в химии. Основы метода. / Под ред. Лукьянова В.Б. и др. М: Высшая школа. 1987. 210 с.

3. Черноруков Н.Г., Орлова А.И. Сборник задач по радиоактивности. Издательство Нижегородского государственного университета. Г. Нижний Новгород. 1994.

4. Очкин А.В., Бабаев Н.С., Магаметбеков Э.П. Введение в радиоэкологию.М.: ИздАТ. 2003. 199 с.

5. Сапожников Ю.Л., Алиев Р.а., Калмыков С.Н. Радиоактивность в окружающей среде. М. БИНОМ: Лаборатория знаний. 2006. 286 с.

б) дополнительная литература:

1. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. М.: Энергоатомиздат. 1989.

2. Радиация. Дозы, эффекты, риск.Пер. с англ. – М.: Мир. 1988. 79 с.

3. Magill J., Galy J. Radioactivity. Radionuclides. Radiation. Springer – Berlin Hedelberg New York. 2005. 259 p.

4. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. (ОСПРБ-99): 2.6.1. Ионизирующее мзлучение, радиационная безопасность СП 2.6.1. 799-99 – М.: Минздрав России, 2000. 98 с.

5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999.. 116 с.

6. Крышев И.И., Рязанцев Е.П. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. М.: ИздАТ. 2000. 384 с.

**7.2. Интернет-ресурсы:** Web portal Nucleonica Net, Nuclide Chart, Сайты РОСАТОМ.

**Учебно-методическая литература имеется в библиотеке ННГУ, в лаборатории радиолинии, в базе ИНТЕРНЕТ.**

1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии специальный кабинет с необходимым лабораторным оборудованием (154 ауд, 2 корпус). Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума -

Сушильный шкаф SNOL

Термостат LAUDA A24

Весы BL620S

Шкаф вытяжной 2Ш-НЖ

Плитка Мечта

Поднос пластм.

Доз. прибор РУП-1

Радиометр радона РРА-01М-03

Дозиметр-радиометр «Снегирь» (6 шт.) МКС-15Д

Дозиметр-радиометр «Чибис» (2 шт.) МКС-10Д

Индикатор радона SIRAD (3 шт.) MR-106N

Альфа-бета радиометр (3 шт.) УФМ-2000

Комплект спектрометрический «Spdtc» к УФМ-2000

ПЭВМ (системный блок, лицензионный Windows, монитор, принтер, сетевой фильтр, клавиатура, мышь, коврик для мыши) ПЭВМ

Колбонагреватель LH-250

Пробоотборное устройство ПОУ-04

Радиометр низкофоновый RKS-18R

Дозиметр ДБГ-01С Синтекс-М

Бета-гамма спектрометрический комплекс с альфа-радиометром сцинтилляционным «Прогресс -БГ+AP». Россия ООО «НПП «Доза». 2013

Дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М. Россия. ООО «НПП «Доза». 2013

Измерительный комплекс для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов в различных средах «Альфарад плюс - АРП». Россия ООО «HTM - Защита». 2013.

Материально-техническое обеспечение лекционных и семинарских занятий: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, проектор, доска, выход в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 04.03.01 – Химия, профиль «Химия и материаловедение».

Автор:

д.х.н. , профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Орлова А.И.

Рецензент:

С.н.с. ИХВВ РАН, д.х.н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гаврищук Е.М.

Заведующий кафедрой химии твердого тела,

д.х.н., профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Сулейманов Е.В..

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета

от 24 мая 2018 года, протокол № 11.