

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического факультета
СарФТИ НИЯУ МИФИ

_____ А.К. Чернышев
« » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Радиохимия

(наименование дисциплины)

Направление подготовки (специальность) 03.04.01 Прикладная математика и физика

Профиль подготовки Физика фундаментальных взаимодействий

Квалификация (степень) выпускника магистр

Форма обучения очная

Автор	_____ к.х.н. В.Ю. Волгутов
Рецензент	_____ к.х.н. К.Б. Жогова
Зав. кафедрой ЯРФ	_____ д.ф.-м.н. Н.В. Завьялов
Руководитель ОПП	_____ д.ф.-м.н. Н.В. Завьялов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОС НИЯУ МИФИ (актуализирован Ученым советом университета, Протокол №21/11 от 27.07.2021 г)

Программа одобрена
на заседании кафедры Ядерной и радиационной физики
от 31.08.21 (протокол №2).

г. Саров, 2021 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины «Радиохимия» – изучение фундаментальных основ радиохимии и их практическое применение в атомной промышленности в области: научных исследований, технологии выделения и переработки природного урана и облученного ядерного топлива, контроля работы ядерных реакторов и т.д.

В результате изучения дисциплины «Радиохимия» студенты должны обладать комплексом знаний и умений, необходимых для самостоятельного осмысленного применения в атомной энергетике.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Радиохимия» относится к разделу дисциплин по выбору в цикле ООП. Дисциплина основывается на базовых знаниях физики атомного ядра и физики элементарных частиц, химии, высшей математики, дозиметрии и радиационной экологии и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Настоящий раздел «Радиохимия» читается студентам на 2 курсе обучения магистратуры (3 семестр).

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В совокупности с другими дисциплинами базовой части ФГОС ВО дисциплина «Радиохимия» направлена на формирование следующих компетенций магистра прикладных математики и физики:

УК-3 – способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

ПК-13.1 – способен к обеспечению безопасности при проведении работ на ядерно-физических и электрофизических установках, с делящимися материалами, радиоактивными веществами и радиоактивными отходами.

В результате изучения дисциплины «Радиохимия» студент должен **знать**:

3-УК-3 Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства

3-ПК-13.1 федеральные нормы и правила, отраслевые нормативные документы по ядерной и радиационной безопасности, электробезопасности и охране труда при эксплуатации исследовательских ядерных и электрофизических установок – источников излучения, высоковольтного и измерительного оборудования; технические характеристики установок и оборудования; технологические регламенты безопасной эксплуатации установок и оборудования

В том числе:

- основные понятия и определения радиохимии;
- законы радиоактивного распада;
- взаимодействие излучения с веществом,
- детектирование излучений;
- γ -спектрометрия, определение α - и β -излучателей;
- радиационная безопасность: понятие дозы, воздействие излучения на живые организмы,

вклад разных факторов в дозу облучения,

- классификация радионуклидов по их происхождению;
- радионуклиды как инструмент наук о Земле;
- пути миграции радионуклидов в природе;
- радиоактивные маркеры;
- состояния радиоактивных изотопов в жидкой, твердой и газовой фазах;
- классификация методов выделения и разделения радиоактивных изотопов,
- особенности нахождения радионуклидов в газообразном, жидком и твердом состояниях;
- методы выделения и разделения радионуклидов - соосаждение и сокристаллизация,
- хроматографические методы выделения и разделения радионуклидов (ионный обмен, экстракция);
- электрохимические методы выделения и разделения радионуклидов;
- ядерный топливный цикл.

В результате изучения дисциплины «Радиохимия» студент должен **уметь:**

У-УК-3 Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели

У-ПК-13.1 анализировать научно-техническую информацию по теме исследований, в том числе для организации контроля за техническим состоянием установок и оборудования; средств измерений, контроля, управления и автоматики, обеспечивающих безопасную эксплуатацию установок и стендов

В том числе:

- составлять уравнения ядерных превращений элементов, претерпевающих тот или иной вид радиоактивного распада;
- использовать законы распада для расчета активности, массы радиоактивных элементов в радиоактивных семействах;
- использовать законы поглощения радиоактивных излучений;
- использовать методы изотопной хронологии для установления возраста археологических и геологических объектов;
- выбрать оптимальный метод выделения микрокомпонента.

В результате изучения дисциплины «Радиохимия» студент должен **владеть:**

В-УК-3 Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом

В-ПК-13.1 навыками разработки планов перспективных исследований по инновационным ядерным технологиям и мероприятий по обеспечению ядерной безопасности планируемых работ

В том числе:

- навыками для анализа и обработки результатов радиометрических измерений;
- навыками интерпретации результатов измерений в виде отчетов и публикаций.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, в том числе лекции – 16 а.ч., практические занятия - 32 а.ч., в том числе в интерактивной форме – 32 часа, СРС – 24 часа).

4.1 СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (АЧ)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия/ семинары	Самостоятельная работа. Решение задач		
1. Радиоактивность. Теоретические основы радиохимии	1-2	2	4	4 (решение задач и подготовка к контрольной работе)	обсуждение вопросов, решение задач	5
1.1 Предмет и задачи современной радиохимии						
1.2 Развитие представлений о радиоактивности						
1.3 Законы сохранения и радиоактивный распад						
1.4 Радиоактивное равновесие	3-4	2	4			
1.5 Устойчивость атомных ядер						
1.5.1 Оболочечная модель строения ядра и магические числа						
1.5.2 Распространенность химических элементов						
2. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	5	2	0	4 (решение задач и подготовка к контрольной работе)	обсуждение вопросов, решение задач	5
2.1 Взаимодействие α -частиц с веществом						
2.2 Взаимодействие электронов и позитронов с веществом						
2.3 Взаимодействие γ -излучения с веществом	6	0	4			
2.4 Детектирование ионизирующих излучений						
2.4.1 Принципы регистрации спектра						
2.4.2 Ионизационные детекторы						
2.4.3 Сцинтилляционные детекторы						
2.4.4 Гамма-спектрометрия						
2.4.5 Определение α - и β -излучателей						

Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (АЧ)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия/ семинары (интерактивная форма)	Самостоятельная работа. Решение задач		
3. Радиационная безопасность	7	2	0	2 (решение задач и подготовка к контрольной работе)	обсуждение вопросов, решение задач	5
3.1 Понятие дозы						
3.2 Природа воздействия излучения на организм						
3.3 Вклад различных факторов в дозу облучения						
4. Радиоактивность окружающей среды	8	2	2	4 (решение задач и подготовка к контрольной работе)	обсуждение вопросов, решение задач	10
4.1 Классификация радионуклидов по происхождению						
4.1.1 Естественные ряды						
4.1.2 Космическое излучение и космогенные радионуклиды						
4.1.3 Искусственные радионуклиды						
4.2 Методы изотопной хронологии	9	0	2			
4.2.1 Метод изохрон						
4.2.2 Уран-свинцовый метод датирования геологических пород						
4.2.3 Радиоуглеродное датирование						
4.2.4 Исследование геологических архивов						
5. Методы выделения и разделения радиоактивных элементов	10	2	2	2 (решение задач, подготовка к реферату)	обсуждение вопросов	5
5.1 Радиоактивные элементы в твердой, жидкой и газообразной фазах						
5.2 Закон распределения микрокомпонента в двухфазной системе						
5.3 Соосаждение и сокристаллизация						
5.3.1 Гомогенное распределение микрокомпонента						
5.3.2 Гетерогенное распределение микрокомпонента						

Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (АЧ)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия/ семинары	Самостоятельная работа. Решение задач		
5.4 Адсорбционное соосаждение	11	2	0			
5.5 Хроматография. Ионный обмен						
5.5.1 Равновесие ионного обмена						
5.5.2 Ионная емкость						
5.5.3 Извлечение урана из сернокислых растворов						
5.5.4 Извлечение урана из карбонатных растворов	12-13	2	4			
5.6 Экстракционные методы						
5.6.1 Экстракционные методы выделения и разделения веществ						
5.6.2 Экстракция нейтральными реагентами						
5.6.3 Экстракция органическими кислотами						
5.6.4 Экстракция органическими основаниями						
5.7 Электрохимические методы разделения и выделения	14-16	0	10	6 (подготовка к зачету)	обсуждение вопросов, защита реферата дискуссия	10
6 Основы ядерной энергетики						
6.1 Добыча и переработка урановых руд						
6.2 Производство ядерного топлива						
6.3 Переработка отработанного ядерного топлива (ОЯТ)						
6.4 Геологическое захоронение ОЯТ						
Зачет	17					50
Посещаемость						5
Итого за семестр		16	32	24		100

4.3. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Введение. Радиоактивность. Теоретические основы радиохимии

Предмет и задачи современной радиохимии. Развитие представлений о радиоактивности. Законы сохранения и радиоактивный распад Радиоактивное равновесие. Устойчивость атомных ядер. Оболочечная модель строения ядра и магические числа. Распространенность химических элементов.

Раздел 2. Взаимодействие излучения с веществом

Взаимодействие α -частиц с веществом. Взаимодействие электронов и позитронов с веществом. Взаимодействие γ -излучения с веществом. Детектирование ионизирующих излучений. Принципы регистрации спектра. Ионизационные детекторы. Сцинтилляционные детекторы. Гамма-спектрометрия. Основы активационного анализа. Вывод уравнения, связывающего измеренную интенсивность наведенной активности с содержанием определяемого элемента в пробе. Абсолютный и относительный методы активационного анализа. Чувствительность метода.

Определение α - и β -излучателей. Определение различных радиоэлементов при их совместном присутствии в пробе.

Раздел 3. Радиационная безопасность

Понятие дозы. Природа воздействия излучения на организм человека. Вклад различных факторов в дозу облучения

Раздел 4. Радиоактивность окружающей среды

Классификация радионуклидов по происхождению. Первичные радионуклиды. Радиоактивные ряды. Космическое излучение и космогенные радионуклиды. Искусственные радионуклиды. Методы изотопной хронологии. Метод изохрон. Уран-свинцовый метод датирования геологических пород. Радиоуглеродное датирование. Исследование геологических архивов

Раздел 5. Методы выделения и разделения радиоактивных элементов

Особенности поведения радионуклидов в растворах в двухфазных системах. Классификация процессов осаждения. Изотопные, специфические и неспецифические носители и области их применения. Сокристаллизация, изоморфизм и изодиморфизм, аномально-смешанные кристаллы. Гомогенное распределение микрокомпонента между твердой и жидкой фазами: закон Хлопина, коэффициент кристаллизации; факторы, влияющие на коэффициент кристаллизации. Гетерогенное распределение (логарифмический закон) микрокомпонента между твердой и жидкой фазами: постоянная кристаллизации, уравнение Дернера – Госкинса. Распределение микрокомпонента между твердой фазой и расплавом.

Адсорбционное соосаждение. Адсорбция на полярных (ионных) кристаллах. Первичная потенциалообразующая и обменная адсорбция, вторичная обменная адсорбция, их закономерности. Уравнение Ратнера. Внутренняя адсорбция. Значение адсорбционных явлений в радиохимии. Применение неспецифических неизотопных носителей в радиохимии.

Хроматография. Ионный обмен: классификация ионитов и их физико-химические свойства, статика ионного обмена, применение ионного обмена в радиохимии.

Экстракция, основные понятия и определения. Изотерма экстракции и закон Бергло-Нернста. Экстракция нейтральными органическими веществами: сольватный и гидратно-сольватный механизмы, влияние различных факторов на коэффициент распределения. Экстракция органическими кислотами и их солями: типы экстрагентов, механизм процесса экстракции, влияние различных факторов, синергетический эффект. Экстракция органическими основаниями и их солями, типы экстрагентов, механизм процесса экстракции. Применение экстракции в радиохимии.

Электрохимические методы разделения и выделения. Особенности электрохимических процессов в бесконечно разбавленных растворах. Применимость уравнения Нернста. Критический потенциал выделения и методы его определения. Кинетика электролитического выделения радионуклидов из растворов больших разведений.

Раздел 6. Основы ядерной энергетики

Добыча и переработка урановых руд. Производство ядерного топлива. Переработка отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Геологическое захоронение ОЯТ.

4.4 ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел дисциплины (тема)	Практ. занятия/ семинары (интерактивная форма)	Кол-во часов	Методы и средства контроля
Разделы 1- 6.	дискуссия	32	Оценка активности участия студентов при обсуждении рефератов, решении задач, вопросов по теме занятия

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

ВИДЫ И ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

- самостоятельный поиск литературных источников по разделам и темам курса;
- подготовка к практическим занятиям, контрольной работе;
- написание реферата;
- подготовка к дискуссии, ответы на вопросы для обсуждения;
- подготовка к зачету.

6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

- контроль посещаемости;
- активность участия в дискуссии при ответах вопросы и по пройденному материалу;
- контрольная работа, представленная преподавателю в письменной форме;
- выступление с докладами по темам рефератов;
- сдача зачета по билетам.

7. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Предмет и задачи современной радиохимии.
2. Развитие представлений о радиоактивности.
3. Законы сохранения и радиоактивный распад.
4. Радиоактивное равновесие.

5. Оболочечная модель строения ядра и магические числа.
6. Распространенность химических элементов.
7. Классификация радионуклидов по происхождению.
8. Естественные ряды.
9. Космическое излучение и космогенные радионуклиды. Искусственные радионуклиды.
10. Метод изохрон. Возраст Земли, уран и свинец.
11. Радиоуглеродное датирование.
12. Радиационная безопасность. Понятие дозы.
13. Природа воздействия излучения на организм. Вклад различных факторов в дозу облучения.
14. Взаимодействие α -частиц с веществом.
15. Взаимодействие электронов и позитронов с веществом.
16. Взаимодействие γ -излучения с веществом.
17. Детектирование ионизирующих излучений. Принципы регистрации спектра.
18. Ионизационные детекторы.
19. Сцинтилляционные детекторы.
20. Гамма-спектрометрия.
21. Состояние радиоактивных элементов в твердой, жидкой и газообразной фазах.
22. Закон распределения микрокомпонента в двухфазной системе.
23. Соосаждение и сокристаллизация.
24. Гомогенное распределение микрокомпонента между твердой и жидкой фазами.
25. Гетерогенное распределение микрокомпонента между твердой и жидкой фазами.
26. Адсорбционное соосаждение.
27. Хроматография. Ионный обмен. Равновесие ионного обмена. Ионная емкость.
28. Извлечение урана из сернокислых растворов катионитами и анионитами.
29. Извлечение урана из карбонатных растворов анионитами.
30. Экстракционные методы выделения и разделения веществ.
31. Экстракция нейтральными реагентами.
32. Экстракция органическими кислотами.
33. Экстракция органическими основаниями.
34. Электрохимические методы разделения и выделения.
35. Ядерный топливный цикл. Добыча и переработка урановых руд.
36. Производство ядерного топлива и переработка отработанного ядерного топлива.
37. Геологическое захоронение отработанного ядерного топлива.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. История появления, развития, роль и место радиационных технологий в современном мире.
2. Источники ионизирующих излучений для технологических целей.
3. Конструкции радиационно-химических аппаратов и установок.
4. Технологическая дозиметрия.
5. Радиационная полимеризация и радиационное модифицирование полимерных материалов. Эффект памяти формы.

6. Радиационно-химические технологии в экологии.
7. Радиационная обработка пищевой продукции.
8. Радиационная обработка медицинских изделий и препаратов.
9. Безвредность облученных продуктов. Методы контроля радиационной обработки пищевых продуктов.
10. Получение ядерного топлива, переработка и захоронение ядерных отходов.
11. Радиационная имплантация.
12. Ядерная медицина: выбор медицинского радионуклида и средства его доставки в организм, синтез радиофармпрепаратов и виды радиотерапии;
13. Применение радионуклидов.
14. Ядерно-топливный цикл.
15. Краткая характеристика ядерных реакторов, их основные компоненты.
16. Пути получения радиоактивных изотопов.
17. Методы концентрирования и выделения радиоактивных изотопов.
18. Современные методы разделения, концентрирования и переработки радиоактивных веществ.
19. Радиоактивные отходы. Источники радиоактивных отходов.
20. Экологическая радиохимия.

7.2. УРОВЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса: контроль посещаемости, консультирования студентов, защиты рефератов, проверка контрольных работ.

Формой аттестации является зачет, который проводится в устной форме в виде ответов на вопросы билета.

Оценка знаний студентов осуществляется в баллах в комплексной форме с учетом:

- работы в семестре;
- оценки за посещаемость занятий;
- оценка за участие в дискуссии;
- контрольные работа (одна);
- оценка за рефераты (один);
- оценки знаний в ходе зачета.

Посещаемость	5	Максимальное количество баллов за семестр
Кол-во баллов за работу в семестре: - ответы на вопросы и решение задач – 5 баллов по каждому разделу; - контрольная работа – 10 баллов; - реферат – 10 баллов - дискуссия – 5 баллов	45	
Зачет	50	
Итого за семестр	100	

Оценка знаний по 100-бальной шкале в соответствии с критериями СарФТИ НИЯУ МИФИ реализуется следующим образом

По зачету:

90 – 100 баллов – **зачтено**

75 – 89 баллов – **зачтено**

60 – 74 баллов – **зачтено**

0 – 59 баллов – **незачтено**

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.04.01 Прикладные математика и физика реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (разбор конкретных задач, дискуссия по проблемным вопросам и др.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

В рамках учебного курса студенты работают с лекциями, рекомендованной литературой, готовятся к тестированию, решают задачи. В процессе подготовки студенты используют информационные источники, размещенные в сети Интернет (официальные сайты, веб-порталы и веб-представительства организаций, предприятий и учреждений, тематические форумы и телекоммуникации), электронные учебники и учебно-методические пособия.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Основная литература

1. Несмеянов А. Н. Радиохимия / А. Н. Несмеянов. М.: Химия, 1985.
2. Нефедов В. Д. Радиохимия / В. Д. Нефедов. М.: Высшая школа, 1987.
3. Жерин И.И., Амелина Г.Н. Основы радиохимии, методы выделения и разделения радиоактивных элементов. – Учебное пособие / Под ред. И.И. Жерина. Томск: Изд-во Томского политехнического университета: 2009 – 196 с.
4. Жерин И.И., Амелина Г.Н. Химия тория, урана, плутония.– Учебное пособие / Под ред. И.И. Жерина. Томск: Изд-во Томского политехнического университета: 2010 – 147 с.
5. Бекман И.Н. Радиохимия. [chem.msu.su/rus/teaching/education-program/...](http://chem.msu.su/rus/teaching/education-program/)
6. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений. М.: Атомиздат. – 1976. – 503 с.
7. Абрамов А.И., Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики. М.: Атомиздат. – 1977. – 525 с.
8. Руководство к практическим занятиям по радиохимии / под ред. Несмеянова А.Н. – М. : Химия. – 1980. – 583 с.
9. Шашкин В.Л. Методы анализа естественных радиоактивных элементов. М.: Атомиздат. - 1961. – 344 с.
10. Кузнецов Р.А. Активационный анализ М.: Атомиздат. – 1974. – 321 с.
11. Якубович А.Л., Зайцев Е.И., Пржияловский С.М. Ядерно-физические методы анализа минерального сырья, Атомиздат, 1969.
12. Wishart J. F., Rao B. S. M. Recent Trends in Radiation Chemistry. Singapore: WSP, 2010. 607 p.
13. Charged Particle and Photon Interactions With Matter: Recent Advances, Applications, and Interfaces. / Eds. Y. Hatano, Y. Katsumura, A. Mozumder. Singapore: WSP, 2010. 1045 p.

14. Экспериментальные методы химии высоких энергий. Учебное пособие. / Под ред. М.Я. Мельникова. М.: Изд-во МГУ, 2009. 824 с.
15. Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2013. 304с.
16. Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Бином, 2006, 268 с.
17. Белозерский Г.Н. Радиационная экология. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 384с.

9.2 Дополнительная литература:

1. Пикаев А. К. Современная радиационная химия: Основные положения. Экспериментальная техника и методы. М.: Наука, 1985. 375 с.
2. Пикаев А. К. Современная радиационная химия: Радиоллиз газов и жидкостей. М.: Наука, 1986. 360 с.
3. Пикаев А. К. Современная радиационная химия: Твердое тело и полимеры. Прикладные аспекты. М.: Наука, 1987. 448 с.
4. Радиационная химия макромолекул. /Ред. М.Доул. Пер. с англ. под ред.
5. Э.Э.Финкеля. М.: Атомиздат, 1978. 328 с.
6. Радиационная химия углеводородов. /Д. Сереп, И. Дьердь, М. Родер, Л. Войнарович. Ред. Г. Фёльдиак. Пер. с англ. под ред. А.К. Пикаева. М.: Энергоатомиздат, 1985. 304 с.
7. Брегер А. Х. Радиационно-химическая технология: Ее задачи и методы. М.: Атомиздат, 1979. 78 с.
8. Семенова И.В. Промышленная экология. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 528с.
9. Келлер К. *Радиохимия*. – М.: Атомиздат, 1978.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение включает в себя специально оборудованные кабинеты и аудитории: компьютерные классы, аудитории, оборудование мультимедийными средствами обучения.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ)

Изучение дисциплины «Радиохимия» предполагает освоение материалов лекций, самостоятельную работу студентов. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в разделе 8 РП «Радиохимия». По каждой из тем следует сначала прочитать конспект и рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в изучаемой теме.

Одной из задач преподавателя является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для их дальнейшей работы по специальности. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от факторов, влияющих на организацию учебного процесса,

- активное участие студентов в учебном процессе,
- проведение практических занятий, позволяющих приобрести навыки решения конкретных задач,
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала для использования в анализе свойств конкретных объектов, методов измерений.

На лекциях раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, ставятся акценты на наиболее сложных положениях изучаемого материала. Материалы лекций и рекомендованной литературы используются студентами для подготовки к семинарским занятиям.

Целью семинарского занятия является рассмотрение основных и наиболее проблемных вопросов в рамках темы занятия.

РП составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 03.04.01 Прикладные математика и физика.

Лист регистрации изменений

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номера листов			Основание внесения изменений	Дата внесения изменений	Подпись	Расшифровка
	замененных	новых	аннулированных				
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							
15.							