

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АПАТИТСКИЙ ФИЛИАЛ

Методические указания к самостоятельной работе студентов

По дисциплине: Б1.В.03.ДВ.02.01 Радиационная безопасность химических технологий
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

для направления подготовки (специальности) 04.03.01 Химия
код и наименование направления подготовки (специальности)

Неорганическая химия и химия координационных соединений
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки бакалавр
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра - разработчик: геоэкологии
название кафедры - разработчика рабочей программы

Разработчик(и) Н.А. Мельник, доцент, к.т.н.
(ФИО, должность, ученая степень, (звание))

Апатиты

2019

Пояснительная записка

1. **Методические указания** составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 17 июля 2017 года, № 671, учебного плана в составе ОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

2. **Цель дисциплины (модуля) «Радиационная безопасность химических технологий»** – сформировать основы системных знаний по обеспечению радиационной безопасности химических технологий, связанных с радиоактивными материалами естественного и техногенного происхождения.

Задачи дисциплины (модуля) «Радиационная безопасность химических технологий» – заложить основные принципы обеспечения радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующего излучения и минеральным сырьем с повышенным содержанием природных радионуклидов.

3. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Радиационная безопасность химических технологий».**

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Радиационная безопасность химических технологий» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (уровень бакалавриата):

ПК-1-т Способность выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации.

ПК-2-т. Способность осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.

Результаты формирования компетенций и обучения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1	ПК-1-т Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью	Знать: - основные базовые понятия различных разделов радиационной безопасности; - методы безопасного обращения с радиоактивными веществами с учетом их ядерно-физических и радиологических характеристик; - способы защиты от ионизирующих излучений в соответствии с нормами радиационной безопасности. Уметь: - анализировать и систематизировать общепрофессиональные знания; - применять общепрофессиональные знания по нормированию на практике; - правильно применять методы и способы защиты от ионизирующего излучения. Владеть:

		<p>- умением реализовать знания по технике безопасности с учетом нормируемых значений в лабораторных и технологических условиях;</p> <p>- навыками использования методов радиационной защиты при решении производственных задач;</p> <p>- методами безопасного обращения с радиоактивными веществами и обеспечения радиационной безопасности персонала и населения.</p> <p>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</p> <p>ПК-1-т-1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР в части изучения поведения радионуклидов в технологическом процессе и обеспечения безопасного обращения с радиоактивными веществами, способов защиты от ионизирующих излучений в соответствии с нормами радиационной безопасности.</p> <p>ПК-1-т-2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР в части применения методов и способов защиты от ионизирующего излучения.</p> <p>ПК-1-т-3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР в части безопасного обращения с радиоактивными веществами и обеспечения радиационной безопасности персонала и населения.</p>
2	<p>ПК-2-т. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p>	<p>Знать:</p> <p>- методы радиационного контроля.</p> <p>Уметь:</p> <p>- определять ядерно-физические и радиационные характеристики радионуклидов.</p> <p>Владеть:</p> <p>- методами радиационно-гигиенической оценки природного и техногенного сырья, и продуктов, полученных из них.</p> <p>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</p> <p>ПК-2-т-1. Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического</p>

			<p>производства в части исследования и переработки природного и техногенного сырья, содержащего природные радионуклиды.</p> <p>ПК-2-т-2. Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме в части радиационной оценки технологических процессов, промежуточных и конечных продуктов.</p>
--	--	--	---

Таблица 2 – Тематический план

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины
1.	<p>Введение. История открытия радиоактивности и формирования науки. Связь дисциплины с ядерной физикой, радиохимией и радиобиологией. Основные термины и определения. Понятие о радиационной безопасности. Цели и задачи радиационной безопасности химических технологий.</p>
2.	<p>Физические основы радиоактивности. Краткие сведения о радиоактивности. Строение атома и изотопы. Виды излучений и их характеристики. Основные закономерности радиоактивного распада. Кинетический закон радиоактивного распада. Типы радиоактивного распада. Ядерно-физические характеристики радионуклидов. Классификация радионуклидов по радиотоксичности. Природные радионуклиды. Семейства тяжёлых радионуклидов. Схемы рядов. Искусственные радионуклиды. Их происхождение и получение. Единицы радиоактивности.</p>
3.	<p>Методы и принципы регистрации ионизирующих излучений (ИИ). Физические принципы регистрации ИИ. Типы счетчиков и принцип их действия. Методы регистрации ИИ. Аппаратура и приборы для регистрации различных видов излучения.</p>
4.	<p>Взаимодействие ионизирующего излучения со средой. Физические и химические процессы под воздействием излучения. Химическое действие излучений. Биологическое действие ионизирующих излучений. Воздействие ИИ на организм человека. Радиочувствительность. Дозы облучения. Методы и принципы защиты от ионизирующих излучений.</p>
5.	<p>Радиационная безопасность (РБ) при добыче и переработке радиоактивного сырья. Нормативно-правовая база обеспечения радиационной безопасности. Федеральные законы в области атомной энергии и радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности. Основные санитарные правила обеспечения РБ. Общие требования к обеспечению РБ. Радиационный контроль – методы и назначение.</p>

б.	<p>Содержание естественных радионуклидов в горных породах и минеральном сырье. Технологии переработки уранового и ториевого сырья, обеспечение радиационной безопасности производства.</p> <p>Принципы радиационной оценки технологий и окружающей среды.</p> <p>Радиационная безопасность при добыче и переработке редкометалльного сырья Кольского п-ова.</p> <p>Радиоактивные отходы (РАО): классификация и правила обращения с РАО.</p>
----	---

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Мельник, Н. А. Радиационная безопасность химических технологий: метод. указания к практической работе. / Н. А. Мельник– Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016.
2. Мельник Н. А., Радиационная безопасность химических технологий: метод. указания к самостоятельной работе / Н. А. Мельник– Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016.
3. Мельник, Н. А. Практикум по дозиметрии и радиометрии / Н. А. Мельник. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2014. – 212 с.

Дополнительная:

4. Архангельский, В. И. Радиационная гигиена : практикум / В. И. Архангельский, В. Ф. Кириллов, И. П. Коренков. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 352 с.
5. Маврищев В. В., Радиоэкология и радиационная безопасность. / В. В Маврищев, А. Э. Высоцкий – Минск: ТетраСистемс, 2010.
6. Маргулис У. Я., Радиационная безопасность. Принципы и средства ее обеспечения. / Маргулис У. Я., Ю. И. Брегадзе, К. Н. Нурлыбаев – М.: Доза, 2010.

РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Тема 1 – Введение.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Терминология в области радиационной безопасности.
2. Терминология в области дозиметрии ионизирующих излучений.
3. История открытия радиоактивности, основные этапы развития учения о радиоактивности.
4. Роль взаимодействия общественных, естественных и технических наук в обеспечении радиационной безопасности.
5. Вклад выдающихся ученых мира в развитие учения о радиоактивности.
6. Использование источников ионизирующего излучения в различных отраслях промышленности и научных исследованиях.
7. Использование атомной энергии в военных и мирных целях.
8. Вернадский В.И. о роли открытия радиоактивности на развитие науки.

Рекомендуемая литература: 1-6

Тема 2 – Физические основы радиоактивности

1. Работа со справочной литературой – изучение ядерно-физических характеристик радионуклидов.
2. Работа со справочной литературой – схемы распадов альфа-, бета- и гамма-излучения.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Строение атома и изотопы.
2. Определения радиоактивности, единицы измерения.
3. Виды и классификация ионизирующих излучений.
4. Виды и источники ионизирующих излучений в бытовой, производственной и окружающей среде.
5. Характеристика альфа-излучения. Правило сдвига Фаянса-Содди.
6. Характеристика бета-излучения.
7. Характеристика гамма-излучения.
8. Осколочное деление ядер.
9. Типы распадов.
10. Законы радиоактивного распада.
11. Ядерно-физические характеристики радионуклидов.
12. Искусственная и наведенная радиоактивность.
13. Ядерные реакции.
14. Источники ионизирующего излучения (открытые и закрытые).
15. Методы защиты от излучения.
16. Принципы использования материалов для защиты от ионизирующего излучения.
17. Природные радионуклиды и их характеристика.
18. Техногенные радионуклиды и их характеристика.

Рекомендуемая литература: 1-6

Тема 3 – Методы и принципы регистрации ионизирующих излучений (ИИ).

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Физические основы регистрации ионизирующего излучения.
2. Методы обнаружения и измерения ионизирующих излучений.
3. Типы счетчиков и принцип их действия.
4. Аппаратура и приборы для регистрации различных видов излучения.

Рекомендуемая литература: 1-6

Тема 4 - Взаимодействие ионизирующего излучения со средой.

1. Химическое действие ионизирующего излучения.
2. Применение источников ионизирующего излучения в медицине.
3. Последствия переоблучения.
4. Лучевая болезнь.
5. Выведение радионуклидов из организма, принципы действия радиопротекторов.

Рекомендуемая литература: 1-6

Тема 5 – Радиационная безопасность (РБ) при добыче и переработке радиоактивного сырья. Нормативно-правовая база обеспечения радиационной безопасности.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Правовое обеспечение радиационной безопасности населения.
2. Основные положения закона РФ о радиационной безопасности населения.
3. Основные положения закона РФ в области использования атомной энергии.
4. Основные положения закона РФ об охране окружающей среды и обеспечения радиационной безопасности.
5. Определение радиационной безопасности как науки.
6. Принципы обеспечения радиационной безопасности.
7. Мероприятия по обеспечению радиационной безопасности.
8. Принципы защиты населения от радиационного воздействия.
9. Требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения, окружающей среды.
10. Нормативные документы по обеспечению радиационной безопасности.
11. Основные принципы нормирования доз облучения персонала и населения.
12. Нормативные документы 1-го и 2-го порядка.
13. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
14. Классификация радиационных объектов.
15. Классы работ с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения.
16. Федеральные законы и нормативные документы по радиационной безопасности населения и окружающей среды.
17. Ответственность за нарушение законодательства в области использования атомной энергии.
18. Обоснование радиационной оценки химических технологий.

Рекомендуемая литература: 1-6

Тема 6 - Радиационный контроль.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Анализ состояния окружающей среды в зоне влияния Кольской АЭС.
2. Радиационная обстановка на радиационных объектах Мурманской области.
3. Понятие о радиационном контроле.
4. Методы радиационного контроля

5. Требования к обеспечению РБ, изучению радиационной обстановки, проведению радиационного контроля.
6. Приборы и аппаратура для дозиметрического контроля: основные типы и виды, назначение, устройство.
7. Приборы и аппаратура для радиометрического контроля: основные типы и виды, назначение, устройство.
8. Организация радиационного мониторинга на предприятиях атомной промышленности.
9. Контроль доз облучения персонала, контроль состояния природной среды в районе расположения АЭС.
10. Радиационный мониторинг.
11. Методы и задачи радиационного контроля материалов, технологической продукции и изделий.

Рекомендуемая литература: 1-6

Методические указания к выполнению реферата

Для полного усвоения материала студентам предлагается на выбор подготовка реферата по интересующих их теме, с коротким выступлением (до 10 мин) и демонстрацией подготовленного материала, на аудиторных занятиях проводится выборочный опрос и проверка выполнения самостоятельной работы студентов.

Реферат является обязательным видом самостоятельной работы и одной из контрольных точек. Темы выбираются самостоятельно и их содержание определяется, прежде всего, интересами студента.

Объем реферата - 10-15 страниц машинописного текста, шрифт – 14 кегль, интервал 1.25. Текст должен содержать введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. Поиск необходимой информации может осуществляться через сеть и справочно-информационные базы библиотек. При этом в списке литературы должен быть обязательно правильно указан адрес источника (электронный доступ сайта, дата обращения, название статьи, автор и др. данные).

Реферат должен сопровождаться иллюстративным материалом в форме презентации. Ориентировочный круг тем рефератов приведен ниже.

Темы рефератов

1. Основоположники учения о радиоактивности.
2. Мария Кюри – выдающийся ученый мира.
3. Радиоактивность и радиоактивные элементы как всеобщее свойство материи.
4. Вклад российских ученых в развитие учения о радиоактивности.
5. Вклад Вернадского В.И. в становление радиэкологии.
6. История создания и испытания ядерного оружия.
7. Последствия испытаний ядерного оружия в атмосфере для биосферы.
8. Хиросима и Нагасаки – последствия ядерных взрывов.
9. Ядерная энергия и медицина.
10. Природные ядерные реакторы.
11. Ограничения облучения населения от природных источников.
12. Атомная энергетика – «польза» и «вред».

13. Виды ядерного топлива и типы ядерных реакторов.
14. Энергетика, основанная на использовании угля, и радиоактивность окружающей среды.
15. Использование атомной энергии в мирных целях.
16. Эхо Чернобыльского следа (25-лет после Чернобыльской аварии).
17. Причины и последствия радиационной аварии на Фукусиме (Япония, 2011г.).
18. Пути поступления радионуклидов в окружающую среду.
19. Курение и радиоактивность.
20. Влияние ионизирующего излучения на живые организмы.
21. Профилактика и лечение лучевой болезни.
22. Радиация и жизнь.
23. Использование ядерных излучений в сельском хозяйстве.
24. Радиоактивность продуктов питания.
25. Химическая защита от радионуклидов.
26. Лекарственные травы в качестве радиопротекторов.
27. Использование радиоизотопных приборов в строительстве.
28. Использование радиометрических методов при добыче и переработке минерального сырья.
29. Нефтегазовые комплексы и радиоактивность.
30. Обеспечение радиационной безопасности на нефтегазовых комплексах.
31. Проекты использования ядерной энергии для дробления руды (Кольский полуостров, г. Куэльпорр).
32. Радиозэкологическое состояние территорий подземных ядерных взрывов в Западной Сибири.
33. Радиоактивность горных пород и минералов.
34. Месторождения урановых руд.
35. Способы добычи и переработки урановых руд.
36. Месторождения ториевых руд.
37. Особенности месторождений редкометалльного сырья с повышенным содержанием природных радионуклидов (Кольский регион).
38. Гидрометаллургические технологии редкометалльного сырья с повышенным содержанием природных радионуклидов.
39. Методы и способы очистки загрязненных территорий.
40. Способы иммобилизации и захоронения радиоактивных отходов.
41. Новое поколение сорбентов для очистки жидких радиоактивных отходов.
42. Радиозэкологические проблемы Кольского региона.
43. Радиозэкологическое состояние в зоне влияния Кольской АЭС.
44. Опасность радиационного терроризма и его предотвращение.
45. Основы государственной политики в области обеспечения радиационной безопасности России.
46. Международное сотрудничество в области радиационной безопасности и охраны окружающей среды.
47. Международное сотрудничество по мирному использованию атомной энергии.
48. Анализ распространения радионуклидов в санитарно-защитных и зонах наблюдения АЭС России (Отчеты о состоянии радиационной безопасности АЭС).
49. Ответственность за нарушение закона о радиационной безопасности населения.
50. Радиозэкологические методы контроля окружающей среды.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Итоговый уровень знаний, приобретенный студентами при изучении дисциплины «Радиационная безопасность химических технологий», проверяется на зачете.

Для проверки теоретической подготовки студентов по дисциплине на зачет выносятся следующие вопросы:

(Примечание: в скобках указаны правильные ответы по нормативным документам)

1. Кем и когда была открыта радиоактивность?
2. Рассказать о выдающихся ученых, которые внесли значительный вклад в развитие учения о радиоактивности.
3. В каких отраслях промышленности используются источники ионизирующего излучения?
4. Кто впервые предсказал возможность использования атомной энергии в качестве ядерного оружия? В мирных целях?
5. Где и когда была построена первая АЭС?
6. Какие вещества и радионуклиды используются в качестве ядерного топлива?
7. Как используются радионуклиды и ионизирующее излучение в медицине?
8. Дать характеристику различным видам излучения (альфа-, бета-, нейтронное, протонное, деление ядер).
9. Какому правилу подчиняются альфа- и бета-распад и в чем оно заключается? (правило сдвига Фаянса-Содди).
10. Дать определение радиоактивности. Единицы измерения.
11. Перечислить основные ядерно-физические характеристики радионуклидов и дать им характеристику.
12. Какие методы защиты от ионизирующего излучения используются на практике и на чем они основаны? (защита временем, расстоянием, активностью, экранированием).
13. Почему для защиты от гамма-излучения используется свинец? Какие еще защитные материалы используются в этом случае?
14. Какие материалы используются для защиты от бета-излучения (нейтронного излучения, альфа-излучения)?
15. Какой вид излучения наиболее опасен при внутреннем облучении и почему?
16. Какое излучение наиболее опасно как источник внешнего облучения? Почему?
17. Какие физико-химические процессы, возникающие при взаимодействии ионизирующего излучения (ИИ) со средой (веществом), используются для его регистрации?
18. Что образуется при воздействии альфа-излучения на вещество?
19. Какие эффекты вызывает ИИ при воздействии на живые организмы?
20. Какие последствия могут быть при повышенных дозах облучения?
21. Какие основные симптомы лучевой болезни?
22. При каких условиях должны проводиться радиологические исследования? (П.П.4.3.-4.6.ОСПОРБ-99/2010)
23. Кто должен осуществлять контроль эксплуатационных параметров медицинского радиологического оборудования? (П. 4.11.ОСПОРБ-99/2010)
24. Кем утверждаются методы лучевой диагностики и терапии? (п.4.6-4.18 ОСПОРБ-99/2010)
25. Какими методами обеспечивается радиационная безопасность населения при медицинских радиологических процедурах? (п.4.1-4.4)
26. Как должны использоваться технические средства радиационной защиты при медицинском радиологическом обследовании? (п. 4.12)
27. Назовите существующие методы радиационного контроля.
28. Какие требования предъявляются к радиационному контролю?
29. Перечислить типы счетчиков для регистрации ИИ. Принципы их действия.

30. Какие методы анализа применяются при работе с РВ и ИИ?
31. Какие приборы и аппаратура используются для дозиметрического контроля?
32. Какие приборы и аппаратура используются для радиометрического анализа?
33. Какие приборы и аппаратура используются для спектрометрического анализа?
34. Какие нормативно-правовые документы направлены на обеспечение радиационной безопасности?
35. Основные принципы радиационной безопасности.
36. Основные мероприятия по обеспечению радиационной безопасности.
37. Какие радиационные показатели используются для оценки состояния радиационной безопасности на радиационных объектах?
38. Кем разрабатываются и утверждаются нормы радиационной безопасности?
39. В чем заключаются принципы нормирования?
40. Какие организации осуществляют контроль за выполнением норм и правил в области использования атомной энергии?
41. Зачем контролируют содержание радионуклидов в строительных материалах?
42. Почему необходим радиационный контроль пищевых продуктов?
43. Каким требованиям радиационной безопасности должны отвечать питьевые источники? (п.5.1.8-5.1.12 ОСПОРБ-99-201, НРБ-99/2009 п. 5.3.5.)
44. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
45. Какими показателями характеризуется степень радиационной безопасности населения? (п.5.1.2)
46. Какие радиационные показатели должны контролироваться при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений различного назначения? (п.5.1.3.- п.5.1.7. ОСПОРБ-99/2010)
47. Как радионуклиды могут поступать в окружающую среду?
48. Природные и техногенные радионуклиды.
49. На какие регулирующие природные ионизирующие источники распространяются требования по обеспечению радиационной безопасности? (п. 5.11)
50. Виды и типы урановых руд.
51. Технология переработки урановых руд.
52. Месторождения урановых и ториевых руд.
53. Гидрометаллургические технологии минерального сырья с повышенным содержанием природных радионуклидов.
54. Какие требования предъявляются для обеспечения радиационной безопасности при воздействии природных источников излучения?
55. Какие материалы и изделия относятся к радиоактивным? (п. 3.12.1. ОСПОРБ-99/2010)
56. По каким признакам классифицируются радиоактивные отходы?
57. Какие требования предъявляются при обращении с радиоактивными отходами?
58. Как осуществляется работа с радиоактивными отходами? (сортировка, сбор, переработка, хранение, захоронение).
59. Какие методы и средства применяются для индивидуальной защиты и личной гигиены? (Р. 3.14.)
60. Какие меры следует принимать при радиоактивном загрязнении спецодежды (рабочих поверхностей, помещений)? (П.3.14.9-3.14.14.)
61. Что запрещается делать в помещениях, где проводятся работы с радиоактивными веществами в открытом виде? (п.3.14.11.)
62. Какие средства индивидуальной защиты необходимо использовать при работе по I-III классу?(П.3.14.1-п.3.14.7).
63. Какие средства индивидуальной защиты относятся к основным и какие к – дополнительным? (П.3.14.2, п.3.14.4.)
64. Какие средства используются в качестве дезактивирующих? (П.3.14.14 +)

65. По каким признакам определяется тип (вид) радиационной аварии? (п.6.17. ОСПОРБ-99/2010)
66. Какие основные разделы должны содержать Планы мероприятий по защите персонала и населения при радиационной аварии? (п.6.4.-п.6.8. ОСПОРБ-99/2010)
67. Как должны действовать персонал и администрация организации в случае радиационной аварии? (п.6.10.-п.6.13. ОСПОРБ-99/2010)
68. Кого можно привлекать к проведению работ по ликвидации радиационной аварии? (п.6.10-п.6.15. ОСПОРБ -99/2010).
69. Какие приемы используются для эффективной дезактивации почвы?