

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИПР  
А.Ю. Дмитриев  
« 21 » 09 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«РАДИОЭКОЛОГИЯ»**

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: 05.04.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ  
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: Экологические проблемы окружающей среды  
КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): магистр  
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА: 2015 г.

КУРС 2; СЕМЕСТР 3

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 3

КОД ДИСЦИПЛИНЫ: М1.ВМ4.1.5.1

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

ЛЕКЦИИ	6	часов (ауд.)
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	27	часов (ауд.)
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	-	часов (ауд.)
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	33	часа
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	75	часов
ИТОГО	108	часов

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: экзамен в 3 СЕМЕСТРЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ: Кафедра: «Геоэкологии и геохимии»

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ: д.г.-м.н., профессор Е.Г. Языков

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП: д.б.н., профессор Н.В. Барановская

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: д.г.-м.н., профессор Л.П. Рихванов

2015 г.

## **1. Цель и задачи учебной дисциплины**

Основной целью данной учебной дисциплины является получение знаний об одном из всеобщих свойств материи-радиоактивности и её материальных носителях - радиоактивных элементах, а также о тех проблемах которые возникают в процессе использования данного явления и данных элементов для удовлетворения основных потребностей человека.

При этом, должно быть получено целостное, взаимосвязанное представление о том, что общая радиационная обстановка формируется как при участии естественных, так и техногенных факторов, что радиация существует везде и всюду, а её действие на биологические объекты носит как позитивный так и негативный характер.

Основной задачей изложения дисциплины является:

1. В доступной форме обобщить и довести до студента основные представления и понятия по проблеме радиоактивности и радиоактивным элементам, степени их опасности для человека.

2. Убедить, что радиоактивные элементы являются "всюдными" и, что они одновременно являются "добром и злом".

3. Показать, что существует разумный компромисс в использовании радиоактивных элементов и их свойства-радиоактивности и безопасностью существования биологических видов и человека. А возникающие при этом противоречия, часто носят субъективный характер, когда человеческий фактор не ставится во главу угла, когда политические проблемы главенствуют над нравственными.

Преподавание дисциплины проводится в течение одного семестра.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Согласно ФГОС и ООП 05.04.06 «Экология и природопользование» дисциплина «Радиоэкология» относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля «Экологические проблемы окружающей среды».

Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами общенаучного и профессионального цикла и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

Кореквизитами являются дисциплины вариативной части М1ВМ4.1.2.1 «Геохимия топливно-энергетического комплекса», М1ВМ4.1.3.2 «Современные методы исследования природных сред».

Пререквизитами для дисциплины «Радиоэкология» являются дисциплины базовой и вариативной части М1ВМ3.3 «Геохимия природных сред» и М1.БМ2.1 «Современные проблемы экологии и природопользования».

### 3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у магистрантов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

#### Составляющие результатов обучения\*, которые будут получены при изучении дисциплины

Результаты обучения (компетенции)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1 (ОК-1, ПК-1)	31.1	Обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний	У1.2	Уметь формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования; получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; реферировать научные труды, составлять аналитические обзоры накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности; формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатах исследований		
Р2 (ПК-6)	3 2.1	Теоретические знания	У2.2	Уметь диагностировать проблемы охраны природы, разрабатывать практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития		

Р6 (ОК-2, ПК-1)					В 6.2	Владеть методами оценки репрезентативности материала, объема выборки при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей.
--------------------	--	--	--	--	----------	--

\*Расшифровка кодов результатов обучения и формируемых компетенций представлена в ООП по подготовке магистров по направлению «Экология и природопользование».

В результате освоения дисциплины магистрантами должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

### Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Знать основные особенности накопления естественных и техногенных радионуклидов в природных средах
РД2	Уметь охарактеризовать особенности радиоэкологического состояния территории исходя из знаний об уровнях их накопления
РД3	Уметь оценить степень соответствия требованиям безопасности сложившейся радиоэкологической обстановки
РД4	Уметь прогнозировать развитие ситуации, в том числе с созданием теоретических моделей, например, по оценке дозовых нагрузок и т.д
РД5	Уметь разрабатывать программы инженерно-технического и социально-экономического характера по снижению радиоэкологической нагрузки
РД6	Владеть методами измерения радиоэкологических параметров и системного анализа условий миграции и концентрирования радиоактивных элементов
РД7	Владеть навыками построения и анализа радиоэкологических карт

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Содержание разделов дисциплины

1. *Лекция. История открытия и изучения радиоактивности.* Основные этапы: А. Беккерель, 1896г. Случайность или закономерность открытия явления радиоактивности. М. Кюри, П. Кюри, Э. Резерфорд, О.

Ганн, Г. Штрассман, Г.Н. Флеров и др. Индуцированное и спонтанное деление ядер. Радиоактивность как переход от неустойчивого состояния ядра атома в устойчивое.

2. *Лекция. Радиоактивность как всеобщее свойство материи.* Альфа-бета-частицы, гамма-излучение. Период полураспада. Общая классификация радиоактивных элементов: естественные, техногенные, осколочные элементы и элементы активации. Ряды естественной радиоактивности: урана-238; урана-235, тория-232. Продукты распада естественных радионуклидов. Газообразные продукты распада: радон, торон, антонон. радиоактивное равновесие. Радий - как продукт распада урана. Цепочки распадов техногенных радионуклидов. Общие физические свойства альфа-, бета-, гамма-излучений. проникающая способность, независимость распада от температуры и давления. Выделение тепла. Влияние радиоактивности на физическое состояние вещества: свечение, сцинтилляция, деполимеризация, разрушение кристаллической решетки, радиоактивное "гало", почернение фотоэмульсии, изменение оптических свойств, радиоллиз воды, ионизация воздуха, Химические реакции и др.

3. *Коллоквиум, лаборатория. Единицы измерения радиоактивности* Кюри (Ки)-как активность 1г Ra. Беккерель (Бк) - как один распад радионуклида в 1 секунду. Соотношение между Ки и Бк. Кратные единицы радиоактивности. Удельная активность: Бк/кг и т.д. Площадная активность: Бк/м<sup>2</sup> .Ки/км<sup>2</sup>, и т.д. Понятие о суммарной эффективной удельной активности. Суммарная эффективная удельная радиоактивность строительных материалов. Переход от удельной активности к площадной от весовых концентраций радионуклидов к удельной активности. Соотношение между площадной активностью (Ки/км<sup>2</sup>) и мощностью экспозиционной дозы (мкР/час), на примере Cs<sup>137</sup>.

Объемная концентрация активности: Бк/дм<sup>3</sup> и т.д. Эман, Махе.

Понятие об экспозиционной дозе ионизирующего излучения. Рентген как единица экспозиционной дозы гамма-излучения в воздухе. Мощность экспозиционной дозы. Р/ч, Р/сек, А/кг. Кратные единицы мР, мР/ч, МКР/г и т.д. Гамма-постоянная радионуклида.

Поглощенная доза-как энергия излучения, поглощенная единицей массы вещества: Дж/кг=1 Грей (Гр). Рад. 1 рад=0.01 Гр. Мощность поглощенной дозы: Гр/ч, Гр/сек, Гр/год рад/час и т.д.

Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) излучения. Линейная потеря энергии (ЛПЭ), коэффициент качества излучения (ККИ).

Эквивалентная доза - как поглощённая доза с учётом ККИ. Биологический эквивалент рентгена (БЭР). Зиверт (Зв) как единица эквивалентной дозы. Соотношение Зв и Бэр. Мощность эквивалентной дозы Зв/ч, Зв/сек, мЗв/ч, мкЗв/ч и т.д.

*Лаборатория.* Работа с единицами измерения радиоэкологических параметров и их пересчётами.

4. *Коллоквиум, лаборатория.* **Методы и средства измерения радиоактивности.** Ионизационный, люминесцентный, оптический, фотографический, калориметрический, химический.

Радиометры, дозиметры, спектрометры. Полевые, лабораторные (стационарные), индивидуальные.

Метрологические параметры аппаратуры. Контроль за метрологическими параметрами. Поверка и эталонировка аппаратуры. Образцовые Государственные источники и стандартные образцы состава (ОСГИ, СОС и т.д.). Понятие о государственном реестре средств измерения.

Измерение уровней накопления природных и техногенных радионуклидов в природных средах.

5. *Коллоквиум, лаборатория.* **Методы оценки дозовых нагрузок.** Прямые и расчётные методы. Внешнее и внутренне облучение организма. Стандартные, физиологические параметры среднестатистического человека. Классификация радионуклидов по особенностям распределения в организме человека: остеотропные, тканевые ретикулоэндотелиальные, избирательно-накапливающиеся, равномерно распределяющиеся.

Обобщённые модели миграции и путей облучения человека. Причины ошибок в установлении дозовых нагрузок аппаратурными и расчётными методами: неравномерность распределения и поступления радионуклидов, сочетанное внутреннее и внешнее облучение, сложный энергетический спектр радионуклидов, недоучёт всех факторов радиоактивного воздействия.

Методы прямого определения радионуклидов в человеке. Счётчик импульсов человека (СИЧ).

Биологические методы дозиметрии: метод хромосомных аберраций, микроядерный тест, электронный парамагнитный резонанс (ЭПР-спектрометрия). Преимущества методов биодозиметрии перед прямыми физическими измерениями и расчётными данными. Метод определения поглощенных доз внешнего гамма-излучения по спектрам ЭПР - как гостированный метод. ГОСТ Р 22.3.04-96.

Расчёт дозовых нагрузок на организм человека.

6. Лекции. **Основные радиационно-опасные факторы природного и техногенного характера.** Гамма-, бета-альфаизлучающие радионуклиды. Их сравнительная степень опасности.

6.1. Радон (Rn) - альфаизлучающий газ без запаха и цвета. Основные источники радона: почва, горная порода, вода, природный газ. Особенности накопления в помещениях. Сезонные и суточные колебания. Проблемы измерения концентрации. Мгновенная и экспозиционная (суточная, месячная и годовая) концентрации. Биологическая опасность радона. Лёгочная ткань как основной объект воздействия. Нормирование уровней накопления радона в зданиях. Методы защиты.

6.2. "Горячая" частица - как техногенное образование любого радионуклидного и химического состава размером до 50 мкм и удельной активностью  $\geq 4$  Бк. Природа "горячих" частиц. "Горячие" частицы как

основной неконтролируемый фактор альфа- и бета облучения внутренних органов и тканей человека.

6.3. Плутоний (Pu) - как основной альфа-излучатель техногенного характера. Источники поступления. Уровни накопления. Проблемы измерения.

6.4. Тритий (H3) - как основной бета-излучатель клетки. Природные и техногенные источники поступления. Уровни накопления.

6.5. Углерод-14 (C14) - как основной бета-излучатель в клетке. Природные и техногенные источники поступления. Уровни накопления. А.Д.Сахаров о радиационной опасности C14.

6.6. Криптон-85 (Kr-85) - как бета-излучатель. Миф о безвредности инертного радиоактивного газа. Источник поступления. Уровни накопления. Последствия для природной среды: облучение кожных тканей, повышение электропроводности атмосферы.

6.7. Радиоактивный йод (J-131, J-129) - как основной радиационный фактор воздействия на щитовидную железу, особенно в условиях природной недостаточности йода. Источники поступления. Уровни накопления. Сравнительная радиационная опасность J-131 (T1/2=8 суток) и J-129 (T1/2 ~ 15 млн. лет), выход в реакциях деления 99 и 1%, соответственно.

6.8. Цезий-137 (Cs-137) - как основной контролируемый и нормированный гамма-излучатель. Источники поступления и уровни накопления. Сравнительная биологическая опасность с альфа-и бета-излучателями.

6.9. Стронций-90 (Sr-90) - как основной контролируемый нормированный бета-излучатель. Источники поступления. Уровни накопления.

*Коллоквиум, лаборатория.* Составление таблиц радиозэкологических параметров основных радионуклидов.

**7. Воздействие радиоактивного излучения на биоту и человека.** Радиоактивность как фактор позитивного и негативного воздействия. Опыты А.А. Дробкова, А.М. Кузина и др. Механизмы воздействия радиации на клетки. Прямые (физические) и косвенные (химические). Эффекты заряженных частиц, электрического взаимодействия, физико-химического и химического изменения (свободные радикалы, радикал-перекись O<sub>2</sub> и т.д.), биологического изменения (клеточные эффекты, эффект Петко и др.). Радиобиологические изменения на молекулярном (повреждение ферментов и т.д.), субклеточном (повреждение ядер, хромосом), клеточном (трансформация клеток и т.д.), тканевом уровнях. Соматический и генетический характеры воздействия. Отдалённые генетические, тератогенные и канцерогенные эффекты. Беспороговая и пороговая гипотезы эффекта воздействия ионизирующего излучения на организмы. Принцип "доза-эффект-риск". Понятие о высоких, средних и малых дозах радиации (облучение). Летальные дозы ионизирующего облучения. Формы проявления радиационного синдрома.

*Коллоквиум, лаборатория.* Расчёт дозовых нагрузок.

8. *Коллоквиум, лаборатория.* **Нормирование допустимых доз облучения.** Нормирование территорий по уровню радиационного загрязнения. Тенденции в изменении допустимой дозы облучения населения за последние 100 лет. Генетически значимая доза облучения в эволюции Земли. Степень приемлемого риска.

Оценка соответствия радиоэкологических параметров нормативным требованиям. Документы Нормативного характера.

9. *Коллоквиум, лаборатория.* **Проблема радиоактивных отходов (РАО).** Классификация радиоактивных отходов на высоко-, средне- и низкоактивные (ВАО, САО, НАО) отходы. Твердые и жидкие РАО. Изменение концепции обращения с РАО в историческом масштабе времени: разбавление до приемлемо безопасных уровней (слив в реки, море), захоронение контейнеров в мировом океане, хранение в озёрах и т.д.

Современные концепции захоронения ВАО и ОЯТ: кондиционирование (сжигание, прессование, отверждение) и захоронение в геологические формации и в приповерхностные сооружения (шурфоскважины, каньоны и т.д.). РАО - как техногенные месторождения. Инженерная, физическая и химическая защита РАО.

Требования к выбору мест под строительство хранилищ ВАО (Сейсмичность района, гидрогеологические и геологические особенности района, тип пород, наличие месторождений, близость к населённым пунктам и т.д.).

Проблемы захоронения жидких РАО в геологические формации. Преимущества (аналог естественных гидрогенных месторождений, нет прямого воздействия на биоту и человека и т. д.) и недостатки (отсутствие долговременного опыта хранения, нарушение технологий выбора площадок и технологий закачек)

Альтернативные способы хранения и удаления: захоронение РАО в центре планеты, удаление в космос, трансмутация радионуклидов, сжигание некоторых радионуклидов в котлах внутреннего сгорания с замкнутым топливно-энергетическим циклом, захоронение РАО в глубоководных илах дна Океана.

10. *Коллоквиум, лаборатория.* **Радиоэкологические проблемы, возникающие при функционировании горно-добывающих комплексов.** Классификация месторождений по радиационноопасным факторам; зонирование территории по степени воздействия. Месторождения углеводородов, золота, редкометальных руд.

*Лаборатория.* Оценка радиоэкологических параметров территорий по картографическим данным.

11. *Коллоквиум, лаборатория.* **Радиоэкологические проблемы в районах функционирования предприятий ядерно-топливного цикла** на примере СХК. Проявленность в геохимических полях. Оценка дозовых нагрузок. Медико-биологические последствия.

12. *Коллоквиум, лаборатория.* **Организация и методы контроля за радиоэкологической обстановкой.** Основная нормативная база.



Предупредительный и текущий надзор. Задачи текущего контроля. Контроль за глобальным и региональным загрязнением. Аэрогамма-спектрометрия как основной метод. Преимущества и недостатки. Природные планшеты.

Контроль за радиационной обстановкой на территориях, прилегающих к объектам ядерного технологического цикла. Санитарно-защитная зона (СЗЗ), зона наблюдения (ЗН), зона контроля (ЗК). Периодичность, масштабы и объем исследования в СЗЗ, ЗН, и ЗК. Системы автоматизированного контроля радиационной обстановки (АСКРО).

Организация контроля за радиационной безопасностью строительных материалов и жилых помещений. Организация и методы контроля за радоном.

Планирование контроля за радиоэкологической обстановкой.

### 5.1. дисциплины по разделам и формам организации обучения

Название раздела/темы	Аудиторная работа, час			СРС (час)	Контр. раб	Итого
	лекции	Практ. Занятия	Лаб. зан			
Введение История открытия и изучения радиоактивности	2					2
Радиоактивность как всеобщее свойство материи	2					2
Единицы измерения радиоактивности			2	8		10
Методы и средства измерения радиоактивности.			6	8		14
Методы оценки дозовых нагрузок			4	8		12
Основные радиационно-опасные факторы природного и техногенного характера.	2		3	8		13
Воздействие радиоактивного излучения на биоту и человека.			2	8		10
Нормирование допустимых доз облучения			2	7		9
Проблема радиоактивных отходов (РАО).			2	8		10
Радиоэкологические проблемы, возникающие при функционировании горно-добывающих			2	8		10
Радиоэкологические проблемы в районах функционирования предприятий ядерно-топливного цикла			2	8		10
Организация и методы контроля за радиоэкологической обстановкой			2	4		6
Итого	6		27	75		108

## 5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

### Методы и формы организации обучения

Методы активизации деятельности	Формы организации обучения			
	ЛК	Лабораторная работа	СРС	К. пр.
Дискуссия	х	х		х
IT-методы	х	х	х	х
Работа в команде		х	х	
Опережающая СРС	х	х	-	х
Индивидуальное обучение		х	х	х
Обучение на основе опыта	х	х		х
Проблемное обучение		х	х	х
Поисковый метод		х	х	
Исследовательский метод		х	х	х

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

– изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных и интерактивных технологий;

– самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

– самостоятельная работа в электронном курсе (<http://app.tpu.ru/up-viewer/separateWinUP.html?upId=15433&bysem=0>);

– закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием картографического и наглядного материалов, атласов, специальной литературы, выполнение проблемно-ориентированных индивидуальных заданий.

– Выполнение реферата по проблемной теме.

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

**6.1 Текущая СРС** направлена на углубление и закрепление знаний, а также на развитие практических умений.

Текущая СРС включает следующие виды работ:

– работа студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;

- подготовка к выполнению проверочных и контрольных работ;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучение теоретического материала к практическим занятиям;
- подготовке к экзамену.

**6.2 Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)** направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в поиске, анализе и презентации материалов по заданным темам рефератов.

### **ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Данная программа предполагает выполнение серий лабораторных занятий в часы расписания, а также самостоятельную работу по поиску информации через сеть Internet и через справочно-информационные базы библиотек ТПУ по проблемам радиоэкологии, необходимую для написания реферата, а также просмотр видеофильмов по проблемам радиоэкологии.

Реферат является обязательным видом самостоятельной работы. Темы рефератов выбираются самостоятельно и их содержание определяется, прежде всего, интересом студента. Ориентировочный круг тем рефератов обозначен ниже.

#### **Возможные темы рефератов и научно-исследовательской работы**

1. Мария Кюри. История женщины-матери, ученой, гражданина.
2. Радиоактивность и радиоактивные элементы как всеобщее свойство материи.
3. Изменение параметров радиоактивности среды за исторический период нашей эры.
4. История создания и испытания ядерного оружия.
5. Последствия испытаний ядерного оружия в атмосфере для биосферы.
6. Атомная энергетика - как альтернативный источник энергии для человечества.
7. Анализ основных преимуществ и недостатков ядерной энергетики. "За" и "против" атомной энергетики.
8. Курение и радиоактивность.
9. Энергетика, основанная на использовании угля и радиоактивность окружающей среды.
10. Радон. Распространенность, источник. Вред и польза.
12. Аппаратура и методы измерения параметров радиоактивности среды.
13. Проблема "горячих" частиц в атмосфере.
14. Радиоактивность атмосферы.
15. Радиоактивность воды.

16. Радиоактивность почв.
17. Радиоактивность продуктов питания.
18. Радиоактивность минералов.
19. Радиоактивность пород.
20. Радиация и жизнь.
21. Радиоэкологические проблемы территорий (области, района, населённого пункта, бассейна, реки, региона, производства).
22. Возможны ли приемлемые варианты обращения с радиоактивными отходами?
23. Месторождения урана - как природный прототип зон захоронения радиоактивных отходов.

### **6.3 Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы осуществляется в виде двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

## **7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)**

Контроль знаний студентов по дисциплине осуществляется по 2 видам: текущий и итоговый.

Текущий контроль приучает студентов к систематической работе по изучаемой дисциплине и позволяет определить уровень усвоения студентами теоретического материала. Он осуществляется в виде контрольных и проверочных работ, тестовых опросов. Оценка знаний при текущем контроле проводится в соответствии с рейтинг-планом по дисциплине.

Итоговый контроль – в соответствии с учебным планом: экзамен.

### **7.1. Контрольные вопросы и задания**

#### **1.**

1. Понятие о радиоактивности.
2. Общая характеристика методов оценки дозовых нагрузок на человека.
3. Понятие "горячие частицы". В чём их радиационная опасность?

#### **2.**

1. Единицы измерения радиоактивности.
2. В чём сущность беспороговой гипотезы эффекта воздействия радиации на организм?
3. Тритий - как радиационно-опасный фактор.

#### **3.**

1. Классификация радиоактивных элементов.
2. Предельно допустимые дозы облучения на организм человека. Каковы основные тенденции в изменении этих нормативов?

3. Трансурановые элементы - как радиационно-опасный фактор.

**4.**

1. Цепочки радиоактивного распада естественных радионуклидов.
2. Нормирование дозовых нагрузок на организм человека.
3. Углерод-14-как радиационно-опасный фактор.

**5.**

1. Понятие об экспозиционной дозе ионизирующего излучения.
2. Индикаторные виды заболеваний человека от воздействия радиации.
3.  $\text{Sr}^{90}$  - как радиационно-опасный фактор.

**6.**

1. Поглощённая и экспозиционная доза радиоактивного облучения.
2. Эффект воздействия радиации на ткани, организмы и клетки.
3.  $\text{Cs}^{137}$  - как радиационно-опасный фактор.

**7.**

1. Взаимосвязь между величиной линейной потери (ЛПЭ) и коэффициентом качества излучения.
2. Соматические и генетические последствия действия радиации на организм.
3. Радон - как радиационно-опасный фактор.

**8.**

1. Единицы активности радионуклида.
2. Раскройте существо определения дозовой нагрузки на человека по эмали зубов. ЭПР-спектрометрия.
3. Криптон-85 - как радиационно-опасный фактор.

**9.**

1. Удельная, объемная и площадная активности радионуклидов.
2. Внешнее и внутреннее облучение организма. Какой вид радиоактивного излучения наиболее опасен для внутреннего облучения?
3. Радиоактивный йод - как радиационно-опасный фактор.

**10.**

1. Понятие о суммарной эффективной удельной активности. В каких случаях она наиболее широко применяется? Санитарно-гигиенический норматив.
2. В чём сущность концепции "доза-эффект-риск"?
3. Уран - как радиационный и химический фактор опасности.

**11.**

1. Отличие между понятием "Рад" и "Бэр", "Грей" и "Зиверт". В каких случаях они могут быть одинаковыми?
2. В чём выражается двойственный характер воздействия радиации на живые организмы?
3. Основные источники радиационного загрязнения поверхностных вод.

**12.**

1. Какой аппаратурой измеряется МЭД, поглощенная и эквивалентная?

2. Охарактеризуйте основные биологические методы определения дозовых нагрузок на организм человека.

3. Возможные источники повышенной радиационной опасности в районах нефте- и газодобычи.

**13.**

1. Дать понятие "Кюри" и "Беккерель". Показать соотношение между ними.

2. В чём заключается сущность пороговой концепции воздействия радиации на организм человека?

3. Радиационно-опасные факторы в районах проведения подземных ядерных взрывов.

**14.**

1. Для каких целей применяется понятие гамма-постоянная радиоизотопа?

2. В чём заключается разница в воздействиях высоких и малых доз радиации?

3. Основные радиационно-опасные факторы в зонах проведения испытаний ядерного оружия.

**15.**

1. Назовите основные коротко-, средне- и долгоживущие радионуклиды техногенной природы.

2. Как Вы охарактеризуете понятие "малая доза" радиации?

3. Основные радиационно-опасные факторы, возникающие в жилых домах при нарушении норм радиационного контроля за строительными материалами.

**16.**

1. Назовите основные осколочные и активационные элементы, образующиеся во время ядерного взрыва.

2. Понятие о высоких, средних и малых дозах радиации.

3. Основные радиационно-опасные факторы при разработке урансодержащих руд.

**17.**

1. Охарактеризуйте основное принципиальное различие изотопов йода 131 и 129.

2. В чём заключается недостаток расчётных модельных определений дозовых нагрузок?

3. Основные радиационно-опасные факторы в зоне влияния предприятий ядерного топливного цикла.

**18.**

1. В чём сходство и различие радона, торона и актинона?

2. В чём заключается недостатки прямых физических методов определения дозовых нагрузок?

3. Основные радиационно-опасные факторы, которые могут существовать в районах размещения "могильников" радиоактивных материалов.

**19.**

1. Сравните между собой активности 1 грамма радионуклидов  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Sr}^{90}$ ,  $\text{U}^{235}$ ,  $\text{K}^{40}$ .

2. Модели путей миграции и облучения организма.

3. Основные радиационно-опасные факторы, которые могут возникнуть при захоронении жидких радиоактивных отходов в геологические формации.

**20.**

1. По какому физическому параметру производится идентификация гамма-излучающих компонентов в их смеси?

2. Классификация радионуклидов по особенностям распределения в организме.

3. При использовании каких минеральных удобрений могут возникать радиационно-опасные факторы и какие именно?

### ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ для допуска к экзамену

1. 1 Ки – активность какого радиоактивного изотопа (1 балл):

U<sup>238</sup>

Th<sup>232</sup>

K<sup>40</sup>

Ra<sup>226</sup>

Rb<sup>87</sup>

2. Коэффициент  $3,7 \cdot 10^{10}$  применяется для перехода от внесистемной единицы измерения к системной (1 бала):

Активности

Экспозиционной дозы излучения

Мощности экспозиционной дозы

Поглощенной дозы

Эквивалентной дозы

3. Отметьте внесистемные единицы мощности дозовых нагрузок (4 бала).

A\кг

P\сек

Грей

Зиверт

Рад

Бэр

Кл/кг

P

4. Каков на Ваш взгляд правильный ряд по длине пробега частиц и гамма-квантов 1; 2 3 4 (1 балл)

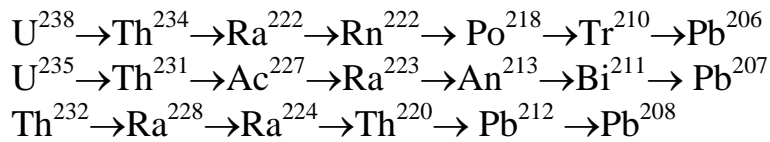
1)  $\alpha$ : $\gamma$ : $\beta$ :n

2)  $\gamma$ : $\beta$ : $\alpha$ :n

3) n: $\alpha$ : $\gamma$ : $\beta$

4)  $\alpha$ : $\beta$ : $\gamma$ :n

5. Выделить газообразные радиоактивные изотопы в рядах (3 балла):



6. Период полураспада ( $T^{1/2}$ ) это ядерно-физическая величина 1; 2 3 4 ( 1 балл):

- 1) один акт распада в секунду
- 2) масса радионуклида, делённая на атомную массу
- 3) доля общего числа атомов, распадающихся в секунду
- 4) время необходимое для того, чтобы распалась половина атомов данного радиоактивного элемента.

7. Какие существуют единицы измерения радиоактивности и мощности дозы в системе СИ? (1 балл)

- а) Кюри, рад, бэр
- б) Кюри, грей, бэр
- в) Беккерель, рад, бэр
- г) Беккерель, зиверт, грей

8. какие частицы испускаются при  $\alpha$ -распаде?

- а)  $e^-$
- б)  $p^+$
- в)  $n^0$
- г)  $\beta^+$
- д)  ${}^2_4\text{He}$

9. Наиболее биологически опасным видом излучения является (2 балла)?

- а)  $\alpha$
- б)  $\beta$
- в)  $\gamma$
- г)  $\rho$
- д)  $n$

10. Основными характеристиками, определяющими опасность излучения для биологических тканей являются (3 балла)?

1. химический состав радионуклида
2. период полураспада
3. массовый номер радионуклида
4. вид излучения
5. положение в ряду радиоактивного распада
6. энергия излучения



11. Какой параметр почв необходимо учитывать при переходе от удельной активности радионуклида к его площадной активности? (2 балла)

- 1. влажность
- 2. пористость
- 3. объемный вес
- 4. температура
- 5. содержание калия

12. Укажите естественные радиоактивные изотопы. (6 баллов)

$U^{238}$ <input type="checkbox"/>	$Th^{232}$ <input type="checkbox"/>
$Cs^{137}$ <input type="checkbox"/>	$Ra^{226}$ <input type="checkbox"/>
$Co^{60}$ <input type="checkbox"/>	$Rn^{222}$ <input type="checkbox"/>
$Sr^{90}$ <input type="checkbox"/>	$J^{131}$ <input type="checkbox"/>
$K^{40}$ <input type="checkbox"/>	$P^{32}$ <input type="checkbox"/>
$Rb^{87}$ <input type="checkbox"/>	$Pu^{239}$ <input type="checkbox"/>

13. Гамма-постоянная радионуклида позволяет переходить от (1 балл):

- 1. удельной активности к площадной
- 2. объемной активности к удельной
- 3. экспозиционной дозы к поглощенной
- 4. мощности экспозиционной дозы к активности радионуклида

14. У какого вида радиоактивного излучения линейная потеря энергии в биологической ткани выше? (1 балл)

- а)  $\alpha$
- б)  $\beta$
- в)  $\gamma$
- г)  $n^0$

15. К остеотропным радионуклидам относятся (2 балла):

- $H^3$
- $C^{14}$
- $Cs^{137}$
- $Sr^{90}$
- $P^{32}$

16. К избирательно-накапливающимся радионуклидам в определённых органах и тканях, относятся (3 балла):

- $La^{140}$
- $Ce^{144}$
- $J^{131}$
- $Fe^{59}$

$K^{40}$    
 $J^{129}$

$Co^{60}$

17. Наиболее объективным методом оценки дозовой нагрузки на человека является: (1 балл)

- 1. метод прямого измерения дозиметрами
- 2. расчетный метод
- 3. метод прямого измерения счетчиком импульсов человека (СИЧ)
- 4. метод биодозиметрии

18. Какой из указанных строительных материалов является максимально потенциально радиационно опасным? (3 балла)

- 1. саман
- 2. кирпич
- 3. дерево
- 4. бетон с наполнителем из базальта
- 5. с наполнителем из гранита
- 6. гранитные блоки
- 7. фосфогипсовые блоки

19. В здании, построенном на каком основании, можно ожидать максимальную концентрацию радона? (2 балла)

1. на глиняном <input type="checkbox"/>	4. на гранитном <input type="checkbox"/>
2. на песчаном <input type="checkbox"/>	5. на базальтовом <input type="checkbox"/>
3. на диоритовом <input type="checkbox"/>	

20. В каких помещениях жилого здания, изготовленного из одного и того же строительного материала, будет максимальная концентрация радона? (3 балла)

1. коридор <input type="checkbox"/>	5. кухня <input type="checkbox"/>
2. ванная <input type="checkbox"/>	6. подсобное помещение <input type="checkbox"/>
3. спальня <input type="checkbox"/>	7. подпол <input type="checkbox"/>
4. гостиная <input type="checkbox"/>	

21. Какой из радиоактивных  $\alpha$ -излучающих газов наиболее опасен? (1 балл)

- 1. радон
- 2. актинон
- 3. торон

22. Какой из радиоактивных элементов являются долгоживущими ( $T^{1/2} > 10$  лет)? (3 балла)

- |                   |                          |                   |                          |
|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Ru <sup>106</sup> | <input type="checkbox"/> | J <sup>129</sup>  | <input type="checkbox"/> |
| J <sup>131</sup>  | <input type="checkbox"/> | Zr <sup>95</sup>  | <input type="checkbox"/> |
| Co <sup>60</sup>  | <input type="checkbox"/> | Na <sup>24</sup>  | <input type="checkbox"/> |
| Sr <sup>90</sup>  | <input type="checkbox"/> | Cs <sup>134</sup> | <input type="checkbox"/> |

23. Какой из радионуклидов йода наиболее опасен? (1 балл)

J <sup>129</sup> <input type="checkbox"/>	J <sup>132</sup> <input type="checkbox"/>
J <sup>131</sup> <input type="checkbox"/>	J <sup>133</sup> <input type="checkbox"/>

24. В каком интервале почв по глубине концентрируется около 75-90% запасов радионуклидов. (2 баллов)

- |         |                          |          |                          |
|---------|--------------------------|----------|--------------------------|
| 0-5 см  | <input type="checkbox"/> | 10-20 см | <input type="checkbox"/> |
| 0-10 см | <input type="checkbox"/> | 20-50 см | <input type="checkbox"/> |
| 5-15 см | <input type="checkbox"/> |          |                          |

25. Термин «горячая частица» введён по параметрам: (1 балл)

- а) температуры
- б) размерам
- в) активности
- г) активности и температуры
- д) активности и размерам

26. Основные дозообразующие радионуклиды ( $\beta$ -излучатели,  $\alpha$ -излучатели;  $\gamma$ -излучатели в зоне влияния предприятий ядерного топливного цикла. (9 баллов)

$\beta$	$\alpha$	$\gamma$
Na <sup>24</sup>	U <sup>238</sup>	Cs <sup>137</sup>
H <sup>3</sup>	Pu <sup>239</sup>	Mn <sup>54</sup>
C <sup>14</sup>	Rn <sup>222</sup>	Cu <sup>64</sup>
Sr <sup>90</sup>	Po <sup>210</sup>	Th <sup>232</sup>
P <sup>32</sup>	Am <sup>241</sup>	Ra <sup>226</sup>
J <sup>129</sup>		Ru <sup>106</sup>
J <sup>131</sup>		
Kr <sup>85</sup>		

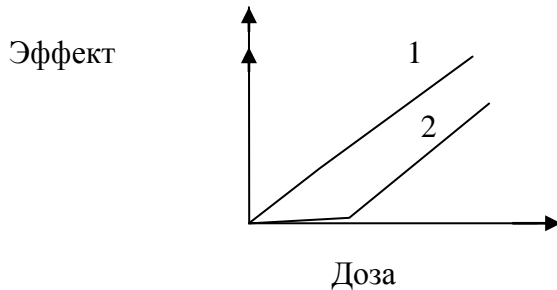
27. Какой физический параметр необходимо учитывать при безопасном хранении радиоактивных отходов? (1 балл)

- 1. влажность
- 2. давление

- 3.температура
- 4.объем
- 5.плотность

28. Каким гипотезам эффекта воздействия ионизирующей радиации соответствуют кривые (проставить цифру. (2 балла)

- беспорогова
- порогова



29. Выберите тип кривой, соответствующий

- курящему (>20 сигарет в сутки)
  - курящему (<20 сигарет в сутки)
  - и некурящему человеку
- Проставьте номер(3 балла).



30. Определите кагорты (3 балла):

- курящих женщин
- некурящих женщин
- живущих с курящими мужьями
- некурящих женщин, живущих с некурящими мужьями



Максимальное количество баллов – 67

Оценочный уровень знаний:

- Отлично > 50 баллов
- Хорошо – 40-50 баллов
- Удовлетворительно – 35 баллов
- Неудовлетворительно < 35 баллов

## **8. Рейтинг качества освоения дисциплины**

В соответствии с рейтинговой системой\* текущий контроль производится постоянно в течение семестра путем балльной оценки качества освоения теоретического материала. Текущий контроль осуществляется по результатам краткого письменного опроса перед началом лекции по материалам предыдущего занятия и результатам практической деятельности. Экзамен проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый контроль результатов изучения дисциплины складывается из суммы баллов по результатам текущего контроля (60 баллов), и зачета (40 баллов). Максимальная сумма баллов – 100.

\*– рейтинг-план освоения дисциплины в течение семестра см. в приложении.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Учебно-методическое обеспечение дисциплины:**

1. Рабочая программа и методические указания по дисциплине.
2. Учебное пособие
3. Электронный комплект лекций.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

1. Мархоцкий Я.Л. Основы радиационной безопасности населения: учебное пособие. — Минск: Вышэйшая школа, 2011. — 224 с.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) : санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 / Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. — официальное изд.. — Введены в действие с 1.09.2009. — Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. — 100 с.
3. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. - Томск, издание ТПУ, 1997. – 384 с.
4. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии. -Томск, изд-во STT, 2009. – 430 с.
5. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии [Электронный ресурс] : учебное пособие. — 1 компьютерный файл (pdf; 72.5 МВ). — Томск: STT, 2009. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m164.pdf>
6. Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика: учебное пособие для вузов. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 286 с.
7. Радиоэкология: учебник / М. Г. Давыдов [и др.]. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. — 636 с.

### Дополнительная

1. Атомная энергия, общество, безопасность : форумы-диалоги 2011 г. : сборник материалов. — Москва: ИЦАО, 2012. — 479 с.
2. Биоиндикация радиоактивных загрязнений. - М., Наука, 1999. – 384 с.
3. Булатов В.И. Россия радиоактивная. - Новосибирск, 1996. – 267 с.
4. Вредные химические вещества; Радиоактивные вещества : Справочник / В. А. Баженов, Л. А. Булдаков, И. Я. Василенко и др.; Под ред. Л. А. Ильина, В. А. Филова. — Ленинград: Химия, 1990. — 464 с.
5. Кочкин Б.Т. Геоэкологический подход к выбору районов захоронения радиоактивных отходов. - М.: Наука, 2005. – 115 с.
6. Кузнецов В.М., Назаров А.Г. Радиационное наследие холодной войны. - М.: Издат. Дом «Ключ-С», 2006. – 720 с.
7. Коггл Дж. Биологические эффекты радиации : пер. с англ. / Дж. Коггл; под ред. А. Н. Деденкова. — Москва: Энергоатомиздат, 1986. — 183 с.
8. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Энергоатомиздат, 1984. — 292 с.
9. Неизвестный Чернобыль: история, события, факты, уроки : монография / Е. Б. Бурлакова [и др.]; Российская академия наук (РАН), Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова (ИИЕТ); Российский Зеленый Крест; Международный независимый эколого-политологический университет (ИНЭПУ). — Москва: Изд-во МНЭПУ, 2006. — 382 с.
10. Рекомендации - 2003 Европейского Комитета по Радиационному Ризику : выявление последствий для здоровья облучения ионизирующей радиацией в малых дозах для целей радиационной защиты: пер. с англ. / Европейский Комитет по Радиационному Ризику (ЕКРР); под ред. К. Басби; Р. Бертелл; И. Шмитц-Фурнаке; М. Скотт Като; А. Яблокова. — изд-е регламентир.. — Москва: Центр экологической политики России, 2004. — 320 с.
11. Рихванов Л.П., Надеина Л.В. Оценка радиэкологической обстановки в зоне влияния предприятий ядерно-топливного цикла (на примере Сибирского химического комбината, Томская область) [Электронный ресурс] = Assessment of the radioecological situation in impact zone of the nuclear fuel cycle enterprises (by way of example Siberian Chemical Combine, Tomsk oblast). Study aid : учебное пособие. — 1 компьютерный файл (pdf; 3.0 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Текст на английском языке. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m160.pdf>
12. Росман Г.И., Быховский Л.З., Самсонов Б.Г. Хранение и захоронение радиоактивных отходов. - М.: ВИМС, 2004. – 240 с.
13. Социальные, экономические, экологические и медицинские последствия, обусловленные авариями на ПО "Маяк" и 4-м блоке Чернобыльской АЭС: обзор и анализ материалов открытых

публикаций: внеплановый отчет / Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности (Госатомнадзор России); под ред. Б. Г. Гордона. — Москва: Госатомнадзор России, 2003. — 164 с.  
14. Титаева Н.А. Ядерная геохимия. - М.: МГУ, 2000. – 336 с.

### **Периодические издания**

1. Научно-информационный журнал по радиационной экологии "АНРИ".
2. Радиобиология. Журнал РАН.
3. Радиохимия. Журнал РАН.
4. Геохимия.
5. Environmental radioactivity

### **Некоторые адреса в сети Internet**

- [http:// WWW.usgs.gov](http://WWW.usgs.gov) (Сервер геологической службы США, информация по радону, радиозэкологии США).
- <http://WWW.atomsafe.ru> (Бюллетень программы ядерная и радиационная безопасность).
- <http://WWW.grida.no/ngo/bellona/> (Информация объединения "Белуна" по ядерной безопасности).

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ студенты используют разнообразный наглядный материал; картографический материал, включающий геологические, геохимические и радиогеохимические карты России, мира, тематические карты, как в печатном издании, так и в электронном виде. При проведении лабораторных работ используется аппаратура, имеющаяся на кафедре: полевые и лабораторные гамма-спектрометры, альфа-бета-спектрометры, радиометры.

---

Программа составлена на основе стандарта ООП ТПУ в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки магистров 05.04.06 «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: «Экологические проблемы окружающей среды»

Программа одобрена на заседании кафедры ГЭГХ ИПР (протокол № 28 от «22» июня 2015 г.).

Автор: профессор Рихванов Л.П.  
Рецензент Язиков Е.Г.