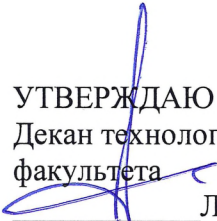


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Технологический факультет

Кафедра «Экология и природопользование»

УТВЕРЖДАЮ
Декан технологического
факультета

Л.М. Хорошман
«18» марта 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«РАДИАЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ»

направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование
(уровень бакалавриата)

профиль:
«Экология»

Петропавловск-Камчатский
2020

Рабочая программа по дисциплине «Радиационная экология» составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»

Составитель рабочей программы

Зав. кафедрой ЭП, к.б.н. Ступникова Ступникова Н.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры ЭП
«10» март 2020 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой
«10» март 2020 г., Ступникова Ступникова Н.А.

1. Цели и задачи изучения учебной дисциплины «Радиационная экология», ее место в учебном процессе

Радиоактивность – одно из самых фундаментальных физических явлений — и ионизирующие излучения, сопровождающие это явление или возникающие в рентгеновских трубках, оказались вскоре после их открытия теснейшим образом связанными с медициной, биологией, а затем и с экологией. Возник новый раздел экологии — радиоэкология, занимающийся изучением экологических последствий воздействия ионизирующих излучений. Термин «радиоэкология» был независимо предложен А.А. Передельским в СССР и Е.П. Одумом в США в 1950-е гг., т.е. спустя более чем 50 лет после открытия явления радиоактивности. Существенно позднее для обозначения этой области знаний стали использовать термин «радиационная экология». Радиационная экология – наука, изучающая закономерности миграции радионуклидов в биосфере и последствия воздействия ионизирующих излучений на живые организмы в среде их обитания и на экосистемы в целом. Существенным является то, что эта наука всесторонне изучает особенности проявления ионизирующего излучения как важного экологического компонента внешней среды и способствует охране природы от радиоактивных загрязнений.

В разные годы отношение ученых и общественности к радиации и радионуклидам существенно менялось. Вначале звучало беспокойство, связанное с загрязнением окружающей среды в результате испытаний ядерного оружия, но в то же время был и определенный оптимизм, обусловленный решением энергетических проблем и проблем кислотных дождей в результате развития ядерной энергетики. Серьезные инциденты на ядерных энергетических установках, в том числе авария на Чернобыльской атомной электростанции, ставшие известными радиационные катастрофы на Южном Урале, засекреченные в течение длительного времени, привели к радиофобии и свертыванию многих программ в области ядерной энергетики.

Постепенно менялись цели и задачи, которые ставились при проведении экологических исследований и природоохранных мероприятий. Шаг за шагом становилось ясно, что наблюдать в явном виде пострадиационные эффекты на биоте можно только в тех случаях, когда возникают такие концентрации радионуклидов, как в пойме реки Течи около комбината «Маяк» или в загрязненных местах внутри 30-километровой зоны вокруг Чернобыльской АЭС. В центре внимания оказались в первую очередь гигиенические аспекты таких событий.

Несмотря на то, что в 1990-е гг. в мире начался период разоружения и взаимного контроля, возникли новые опасности, связанные с процессом прекращения эксплуатации судов с ядерными реакторами, с демонтажем примерно 50 тыс. ядерных боеголовок и загрязнением окружающей среды вокруг военных баз и складов. Расширился список стран, обладающих ядерным оружием, и появилась опасность локальных конфликтов с его применением. Возникла опасность ядерного терроризма. В настоящее время усиливается интерес к ретроспективным оценкам доз от радиационных воздействий предыдущих ядерных инцидентов.

При рассмотрении экологических и природоохранных проблем необходимо иметь в виду то, что радионуклиды в химическом отношении, т.е. в плане химического воздействия на биоту, не отличаются от тех атомов, внутри которых находятся стабильные нуклиды данного элемента. Источником воздействия являются теперь не атомы, приводящие к тем или иным нежелательным эффектам в организмах благодаря своим химическим свойствам (строению электронной оболочки), а излучения ядер этих атомов. Хотя загрязняют среду радионуклиды, воздействие оказывают только испускаемые ими излучения, момент появления которых для отдельных ядер не известен заранее. Время проявления последствий воздействия часто также не известно.

Знания по дисциплине «Радиационная экология» должны сформировать у студентов-экологов реалистические и целостные представления об ионизирующих излучениях, их роли и месте среди других экологических факторов естественного и антропогенного происхождения, определяющих в настоящее время экологическую обстановку, а также представления о влиянии их не только на здоровье людей, но и на социальную напряженность в обществе. Кроме того, дисциплина

«Радиационная экология» знакомит студентов с методами использования радионуклидов как индикаторов в различных экологических исследованиях.

В настоящее время курс «Радиационная экология» является интегрированной дисциплиной, которая связывает не только физические и биологические явления, но и образует мост между естественными и гуманитарными науками, так как роль социального фактора в радиоэкологии стала особенно значимой.

Цель курса «Радиационная экология» – изучить действие радиации как экологического фактора на всех иерархических уровнях биосферы.

В задачи данного курса входит:

- дать знания о физической природе и законах радиоактивного распада;
- изучить физико-химические процессы при воздействии радиоактивного излучения на вещество и живые ткани;
- рассмотреть способы оценки опасности радиационного облучения и основы нормирования радиационного облучения;
- рассмотреть способы и средства радиационного контроля и защиты;
- дать представление о техногенных и природных источниках радиации;
- изучить меры защиты и профилактики от радиационного облучения.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- схемы радиоактивных превращений и единицы измерения радиоактивности;
- природные и искусственные источники радиации и состав излучений;
- нормы радиационной безопасности;
- основные федеральные и международные законы в области радиационной защиты и контроля;
- действие радиационного излучения на живые организмы;
- основные экологические проблемы ядерно-топливного цикла (ЯТЦ);
- пути решения проблемы радиоактивных отходов;
- пути снижения содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции;
- меры профилактики и неотложной помощи при попадании в организм биологически значимых радионуклидов.

В результате изучения дисциплины студент должен уметь:

- прогнозировать последствия воздействий радиоактивного излучения на различные компоненты биосферы;
- пользоваться средствами дозиметрического контроля;
- выбирать методы защиты населения от ионизирующего излучения;
- анализировать вопросы защиты населения и территорий в условиях чрезвычайных радиационных ситуаций техногенного характера;
- рассчитывать действие радиационного излучения на живые организмы;
- делать расчет радиационной защиты.

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести навыки:

- содержательного обсуждения проблем, касающихся воздействия радиоактивного излучения на живые организмы;
- анализа и оценки опасности радиационного облучения;
- пользования различной информацией в целях предотвращения или уменьшения радиационной опасности.

Компетенции, формируемые при изучении дисциплины:

— способность осуществлять контрольно-ревизионную деятельность, экологический аудит, экологическое нормирование, разработку профилактических мероприятий по защите здоровья населения от негативных воздействий хозяйственной деятельности, проводить

рекультивацию техногенных ландшафтов, знать принципы оптимизации среды обитания (ПК-10).

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Наименование раздела (этапа) учебной дисциплины	Коды формируемых компетенций	Планируемый результат обучения	Код показателя освоения
1	Основы биологического действия ионизирующих излучений	ПК-10	<i>Знать:</i> – схемы радиоактивных превращений и единицы измерения радиоактивности; – природные и искусственные источники радиации и состав излучений; – действие радиационного излучения на живые организмы; – основные экологические проблемы ядерно-топливного цикла (ЯТЦ); – пути решения проблемы радиоактивных отходов; – пути снижения содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.	З(ПК-10)1 З(ПК-10)2 З(ПК-10)5 З(ПК-10)6 З(ПК-10)7 З(ПК-10)8
			<i>Уметь:</i> – прогнозировать последствия воздействий радиоактивного излучения на различные компоненты биосферы; – пользоваться средствами дозиметрического контроля; – выбирать методы защиты населения от ионизирующего излучения; – анализировать вопросы защиты населения и территорий в условиях чрезвычайных радиационных ситуаций техногенного характера; – рассчитывать действие радиационного излучения на живые организмы; – делать расчет радиационной защиты.	У(ПК-10)1 У(ПК-10)2 У(ПК-10)3 У(ПК-10)4 У(ПК-10)5 У(ПК-10)6
			<i>Владеть:</i> – навыками содержательного обсуждения проблем, касающихся воздействия радиоактивного излучения на живые организмы; – навыками анализа и оценки опасности радиационного облучения; – навыками пользования различной информацией в целях предотвращения или уменьшения радиационной опасности.	В(ПК-10)1 В(ПК-10)2 В(ПК-10)3
2	Радиационная безопасность	ПК-10	<i>Знать:</i> – нормы радиационной безопасности; – основные федеральные и международные законы в области радиационной защиты и контроля; – основные экологические проблемы ядерно-топливного цикла (ЯТЦ);	З(ПК-10)3 З(ПК-10)4 З(ПК-10)6

			– пути решения проблемы радиоактивных отходов.	З(ПК-10)7
			<i>Уметь:</i> – прогнозировать последствия воздействий радиоактивного излучения на различные компоненты биосферы;	У(ПК-10)1
			– выбирать методы защиты населения от ионизирующего излучения;	У(ПК-10)3
			– анализировать вопросы защиты населения и территорий в условиях чрезвычайных радиационных ситуаций техногенного характера.	У(ПК-10)4
			<i>Владеть:</i> – навыками содержательного обсуждения проблем, касающихся воздействия радиоактивного излучения на живые организмы;	В(ПК-10)1
			– навыками анализа и оценки опасности радиационного облучения;	В(ПК-10)2
			– навыками пользования различной информацией в целях предотвращения или уменьшения радиационной опасности.	В(ПК-10)3
3	Биологически значимые радионуклиды	ПК-10	<i>Знать:</i> – меры профилактики и неотложной помощи при попадании в организм биологически значимых радионуклидов.	З(ПК-10)9
			<i>Уметь:</i> – прогнозировать последствия воздействий радиоактивного излучения на различные компоненты биосферы;	У(ПК-10)1
			– выбирать методы защиты населения от ионизирующего излучения;	У(ПК-10)3
			– рассчитывать действие радиационного излучения на живые организмы.	У(ПК-10)5
			<i>Владеть:</i> – навыками содержательного обсуждения проблем, касающихся воздействия радиоактивного излучения на живые организмы;	В(ПК-10)1
			– навыками анализа и оценки опасности радиационного облучения;	В(ПК-10)2
			– навыками пользования различной информацией в целях предотвращения или уменьшения радиационной опасности.	В(ПК-10)3

2. Связь с предшествующими и последующими дисциплинами

2.1. Связь с предшествующими дисциплинами

При изучении дисциплины «Радиационная экология» используются знания по таким дисциплинам, как:

Геохимия окружающей среды – химический состав природных сред, законы распространения и распределения в Земле химических элементов, способы сочетания и миграции атомов в ходе природных процессов.

Учение о гидросфере – состав, условия его формирования и качество природных вод.

Учение об атмосфере – строение и свойства земной атмосферы, физические процессы в атмосфере, формирование климата и его географическое распределение.

Математика – дифференциальное и интегральное исчисление.

Информатика – одно- и многофакторный эксперимент при получении моделей, стандартные алгоритмы многофакторного корреляционного, регрессионного, дискриминантного анализов и других статистических методов.

Химия – состав и строение вещества, изотопы, ядерные реакции.

Физика – физические свойства веществ, ядерная физика.

2.2. Связь с последующими дисциплинами

Знания по дисциплине «Радиационная экология» будут использованы студентами при изучении таких дисциплин, как: «Устойчивое развитие», «Экологическое проектирование и экспертиза», «Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды», «Современные экологические проблемы», «Экологическое лицензирование и сертификация предприятий».

3. Содержание дисциплины

3.1. Распределение учебных часов по модулям дисциплины 4 курс, 7 семестр очной формы обучения

Наименование вида учебной нагрузки	Модуль 1	Модуль 2	Итого
Лекции	9	8	17
Лабораторные занятия	не предусмотрены	не предусмотрены	
Практические занятия	9	8	17
Самостоятельная работа			38
Курсовая работа			-
Зачет			+
Итого в зачетных единицах			2
Итого часов			72

5 курс заочной формы обучения

Наименование вида учебной нагрузки	Итого
Лекции	4
Лабораторные занятия	-
Практические занятия	4
Самостоятельная работа	60
Курсовая работа	-
Зачет	4
Итого в зачетных единицах	2
Итого часов	72

3.2. Содержание дисциплины по модулям

Дисциплинарный модуль 1.

Продолжительность изучения модуля 9 недель.

Раздел 1. Основы биологического действия ионизирующих излучений

Лекция 1.1.–1.2. Физические основы радиоактивности (2 часа).

1. Физическая природа явления радиоактивности. История открытия и использования радиоактивности.
2. Радиоактивный распад и ядерные реакции. Устойчивость ядер. Эмпирические правила устойчивости ядер.
3. Период полураспада – важная характеристика радиоизотопов. Способы определения $T_{1/2}$ для долгоживущих радиоизотопов.
4. Энергия ядерных превращений. Выделение энергии при реакциях радиоактивного распада и синтеза.

Лекция 1.3.–1.4. Источники радиоактивного излучения (2 часа).

1. Естественный радиационный фон. Космическое и земное излучение.
2. Техногенный радиационный фон от естественных радионуклидов.
3. Загрязнение природной среды при ядерных испытаниях.
4. Облучение в медицинских целях.
5. Отличие внутреннего и внешнего облучения.

Лекция 1.5.–1.6. Действие излучения на вещество (2 часа).

1. Особенности поглощения альфа-излучения веществом. Способность различных материалов поглощать альфа-излучение. Материалы, используемые для защиты от альфа-излучения.
2. Особенности поглощения бета-(электронов, позитронов) излучения веществом. Способность различных материалов поглощать бета-излучение. Материалы, используемые для защиты от альфа излучения.
3. Необходимость двойной защиты от бета-излучения большой энергии.
4. Приближенные формулы расчета толщины экрана для поглощения бета-излучения.
5. Особенности поглощения гамма-излучения веществом. Способность различных материалов поглощать гамма-излучение. Материалы, используемые для защиты от гамма-излучения. Расчет толщины защитного экрана при известном коэффициенте ослабления.
6. Особенности поглощения нейтронов веществом. Способность различных материалов поглощать быстрые и медленные нейтроны. Материалы, используемые для защиты от нейтронов. Расчет толщины защитного экрана при известном коэффициенте ослабления.

Лекция 1.7.–1.8 Биологические эффекты действия излучения (2 часа). Демонстрация презентационного лекционного материала.

1. Физико-химические основы поглощения излучения биологическими тканями.
2. Зависимость биологического эффекта от суммарной дозы, времени воздействия излучения, размеров поверхности, индивидуальных особенностей. Устойчивость различных организмов к действию радиации.
3. Эффективный период полураспада. Влияние биологического периода полураспада на дозу облучения от данного изотопа.
4. Действие больших доз радиации при однократном облучении и при хроническом облучении.
5. Три степени лучевой болезни.
6. Действие малых доз радиации. Концепция беспорогового действия радиации.

Лекция 1.9. Дозиметрия и радиометрия (1 часа). Демонстрация презентационного лекционного материала.

1. Общая характеристика приборов для дозиметрического и радиационного контроля.
2. Дозиметры.

3. Радиометры.
4. Спектрометры.

Практическое занятие 1.1. Основы радиационной экологии (3 часа). Доклады по основным вопросам темы занятия с электронными презентациями. Дискуссия по темам докладов.

Основные вопросы темы:

1. Ядерные реакции.
2. Эмпирические правила устойчивости ядер.
3. Способы определения $T_{1/2}$ для долгоживущих радиоизотопов.
4. Определение возраста минералов и ископаемых с помощью радиоактивных изотопов.
5. Расчет энергии связи на 1 нуклон, на 1 моль изотопа.

Литература:

1. Прохоров Б.Б. Экология человека: учебник. — М.: Академия, 2005. — 320 с.
2. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие. — М.: Академия, 2004. — 240 с.
3. Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учеб. пособие. — М.: Юнити, 2013. — 231 с.
4. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие/ под ред. Л.А. Муравья.— М.: Юнити, 2000. — 447 с.

Практическое занятие 1.2. Радиационное загрязнение от ядерных испытаний и при авариях на ядерных реакторах (3 часа). Доклады по основным вопросам темы занятия с электронными презентациями. Дискуссия по темам докладов.

Основные вопросы темы:

1. Распределение загрязнения и накопление радионуклидов в окружающей среде в результате ядерных испытаний. Остаточный радиационный фон от ядерных испытаний.
 2. Проведение ядерных испытаний под землей.
 3. Проведение ядерных испытаний в космосе.
 4. Аварии на ядерных реакторах.
 5. Распределение радиоактивного загрязнения при аварийном выбросе радионуклидов.
- Зонирование территории.
6. Способы ведения сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения цезием и стронцием.

Литература:

1. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие. — М.: Академия, 2004. — 240 с.
2. Прохоров Б.Б. Экология человека: учебник. — М.: Академия, 2005. — 320 с.
3. Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учеб. пособие. — М.: Юнити, 2013. — 231 с.
4. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие/ под ред. Л.А. Муравья.— М.: Юнити, 2000. — 447 с.

Практическое занятие 1.3.–1.4. Действие ионизирующего излучения на живые организмы и защита от него (3 часа). Доклады по основным вопросам темы занятия с электронными презентациями. Дискуссия по темам докладов.

Основные вопросы темы:

1. Влияние биологического периода полураспада на дозу облучения от данного изотопа.
2. Три степени лучевой болезни человека.
3. Действие малых доз радиации.
4. Действие излучения на растения.
5. Действие излучения на животных.
6. Радиочувствительность разных организмов.
7. Расчет толщины защитного экрана от радиационного излучения при известном коэффициенте ослабления для различных материалов.

Литература:

1. Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учеб. пособие. — М.: Юнити, 2013. — 231 с.
2. Прохоров Б.Б. Экология человека: учебник. — М.: Академия, 2005. — 320 с.
3. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие. — М.: Академия, 2004. — 240 с.
4. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие/ под ред. Л.А. Муравья.— М.: Юнити, 2000. — 447 с.

Самостоятельная работа студентов по модулю 1. Проработка теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию. Контроль СРС – тестирование.

Дисциплинарный модуль 2.

Продолжительность изучения модуля 9 недель.

Раздел 2. Радиационная безопасность

Лекция 2.1.–2.3. Нормирование и регулирование радиационного воздействия (2 часов).

1. Структура управления радиационной безопасностью на международном и государственном уровне. (Международные организации МАГАТЭ, ВОЗ, ФАО и т. п., государственные структуры РФ – Агентство «Росатом», Роспотребнадзор, Ростехнадзор, Росатомнадзор и т. д.).

2. Основные федеральные и международные документы по радиационной безопасности:

- ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
- ФЗ «О радиационной безопасности населения». Основные принципы обеспечения безопасности. Основные гигиенические нормативы на территории РФ. Радиационные паспорта территорий и предприятий.
- НРБ-99. Основные принципы радиационного нормирования. Основные пределы допустимых доз облучения для категорий А, Б, В населения.
- НРБ-99. Зонирование территории при радиоактивном поражении.
- ОСПОРБ. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. Общие требования к обеспечению радиационной безопасности. Категории опасности объектов, СЗЗ по категориям.
- ОСПОРБ. Организация работ с открытыми источниками облучения. Организация работ с закрытыми источниками облучения.
- ОСПОРБ. Требования к санпропускникам и шлюзам.
- ОСПОРБ. Обращение с радиоактивными отходами. Виды радиоактивных отходов.

3. Радиационный контроль на территории Камчатского края.

Лекция 2.4. Обеспечение радиационной безопасности населения и персонала (2 часа).

1. Радиационные паспорта территорий и предприятий.
2. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ).
3. Методы и средства защиты от ионизирующего излучения.
4. Принцип работы радонметра. Измерение загрязненности радоном учебных помещений.

Лекция 2.5.–2.7. Основные преимущества и экологические проблемы ядерной энергетики (2 часов).

1. Типы ядерных реакторов. Характеристика реактора типа ВВЭР. Топливо, устройство ядерного реактора. Материалы, используемые для замедления нейтронов и защиты от излучения. Экологический риск. Перегрузка топлива. Зарубежные аналоги.

2. Типы ядерных реакторов. Реактор типа РБМК. Топливо, устройство ядерного реактора. Материалы, используемые для замедления нейтронов и защиты от излучения. Экологический риск. Перегрузка топлива. Зарубежные аналоги.

3. Типы ядерных реакторов. Реакторы на быстрых нейтронах. Преимущества и недостатки.

4. Схемы ЯТЦ. Преимущества и недостатки открытого и закрытого ЯТЦ.

Лекция 2.8.–2.9. Воздействие на окружающую среду радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива (2 часа). Демонстрация презентационного лекционного материала

1. Перенос и накопление радионуклидов в окружающей среде.
2. Радиоактивные отходы и отработавшее ядерное топливо.
3. Переработка отработавшего ядерного топлива.
4. Хранение и обращение с радиоактивными отходами.
5. Решение проблемы радиоактивных отходов (низкой и средней активности, высокой активности).

Раздел 3. Биологически значимые радионуклиды

Практическое занятие 3.1. Радиоактивный йод как биологически значимый радионуклид (3 часа). Доклады по основным вопросам темы занятия с электронными презентациями. Дискуссия по темам докладов.

Основные вопросы темы:

1. Источники поступления йода во внешнюю среду.
2. Миграция йода во внешней среде.
3. Процессы метаболизма и радиойода.
4. Токсичность радиойода.
5. Неотложная помощь при поступлении в организм радиойода.
6. Применение радиоизотопов йода.

Литература:

1. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие/ под ред. Л.А. Муравья.— М.: Юнити, 2000. — 447 с.
2. Прохоров Б.Б. Экология человека: учебник. — М.: Академия, 2005. — 320 с.
3. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие. — М.: Академия, 2004. — 240 с.
4. Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учеб. пособие. — М.: Юнити, 2013. — 231 с.

Практическое занятие 3.2. Радиоактивный цезий как биологически значимый радионуклид (3 часа). Доклады по основным вопросам темы занятия с электронными презентациями. Дискуссия по темам докладов.

Основные вопросы темы:

1. Источники поступления цезия во внешнюю среду.
2. Миграция цезия во внешней среде.
3. Процессы метаболизма и радиоцезий.
4. Токсичность радиоцезия.
5. Профилактика. Экстренная помощь при поступлении в организм радиоцезия.

Литература:

1. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие/ под ред. Л.А. Муравья.— М.: Юнити, 2000. — 447 с.
2. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие. — М.: Академия, 2004. — 240 с.
3. Прохоров Б.Б. Экология человека: учебник. — М.: Академия, 2005. — 320 с.
4. Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учеб. пособие. — М.: Юнити, 2013. — 231 с.

Практическое занятие 3.3. Радиоактивный стронций как биологически значимый радионуклид (4 часа). Доклады по основным вопросам темы занятия с электронными презентациями. Дискуссия по темам докладов.

Основные вопросы темы:

1. Источники радиоактивного стронция.
2. Процессы миграции радиоактивного стронция.
3. Биологическое действие радиоактивного стронция (кинетика обмена, токсичность, клиника поражений, отдаленные последствия).
4. Облучение населения радиоактивным стронцием.
5. Профилактика. Неотложная помощь при поступлении в организм радиоактивного стронция.

Литература:

1. Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учеб. пособие. — М.: Юнити, 2013. — 231 с.
2. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие/ под ред. Л.А. Муравья.— М.: Юнити, 2000. — 447 с.
3. Прохоров Б.Б. Экология человека: учебник. — М.: Академия, 2005. — 320 с.
4. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие. — М.: Академия, 2004. — 240 с.

Практическое занятие 3.4. Плутоний как биологически значимый радионуклид (2 часа). Доклады по основным вопросам темы занятия с электронными презентациями. Дискуссия по темам докладов.

Основные вопросы темы:

1. Миграция плутония во внешней среде.
2. Процессы метаболизма (поступление, распределение и выведение из организма).
3. Токсичность плутония.
4. Неотложная помощь при поступлении в организм плутония.

Литература:

1. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие. — М.: Академия, 2004. — 240 с.
2. Прохоров Б.Б. Экология человека: учебник. — М.: Академия, 2005. — 320 с.
3. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие/ под ред. Л.А. Муравья.— М.: Юнити, 2000. — 447 с.
4. Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учеб. пособие. — М.: Юнити, 2013. — 231 с.

Самостоятельная работа студентов по модулю 2.

Проработка теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка реферата. Контроль СРС – защита реферата.

Примерный перечень тем рефератов:

1. Эколого-гигиенические аспекты радиационных ядерных аварий.
2. Атомные электростанции как потенциальный источник переоблучения населения и загрязнения окружающей среды.
3. Поведение радиоактивных газов и аэрозолей в атмосферном воздухе.
4. Миграция радиоактивных изотопов в подземных водах, в воде поверхностных водоемов.
5. Эколого-гигиеническая проблема захоронения радиоактивных отходов.
6. Методы обезвреживания удаляемых в атмосферу выбросов, содержащих радионуклиды.
7. Методы переработки жидких радиоактивных отходов.
8. Причины аварий на предприятиях атомной энергетики и других радиологических объектах и масштабы их последствий.
9. Роль международных организаций в обеспечении радиационной безопасности населения и охране окружающей среды от радиоактивных загрязнений.
10. Радиационный фон помещений.

11. Эколого-гигиеническое значение радона и его дочерних продуктов.
12. Законодательство Российской Федерации по обеспечению радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды от радиоактивных загрязнений.
13. Ядерное оружие – источник экологической опасности.
14. Проблемы утилизации и переработки отработавшего ядерного топлива.
15. Принципы и методы радиоэкологического нормирования.

4. Образовательные и информационные технологии

Занятия, проводимые в интерактивных формах, составляют 52% от аудиторных занятий.

Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Лекции	Демонстрация презентационного лекционного материала	10
Практические занятия	Доклады по основным вопросам темы занятия с электронными презентациями. Дискуссия по темам докладов.	17
Итого		27

5. Показатели, критерии оценки сформированности компетенции, шкала оценивания результатов освоения компетенций по уровням освоения

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции	Шкала оценивания
Продвину тый	<i>Компетенция сформирована.</i> Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков , полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.	«отлично» зачтено
Базовый	<i>Компетенция сформирована.</i> Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности и устойчивого практического навыка	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне.	«хорошо» зачтено
Порогов ый	<i>Компетенция сформирована.</i>	Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных	«удовлетворительн о» зачтено

	Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности и практического навыка	заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	
Низкий	Компетенция не сформирована Демонстрируется отсутствие самостоятельности и практического навыка	Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.	«неудовлетворительно» зачтено

6. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов итогового контроля знаний

1. Физическая природа явления радиоактивности. История открытия и использования радиоактивности.
2. Радиоактивный распад и ядерные реакции. Устойчивость ядер. Эмпирические правила устойчивости ядер.
3. Период полураспада – важнейшая характеристика радиоизотопов. Способы определения $T_{1/2}$ для долгоживущих радиоизотопов.
4. Энергия ядерных превращений. Выделение энергии при реакциях радиоактивного распада и синтеза.
5. Естественный радиационный фон. Космическое и земное излучение.
6. Техногенный радиационный фон от естественных радионуклидов.
7. Загрязнение природной среды при ядерных испытаниях.
8. Облучение в медицинских целях.
9. Отличие внутреннего и внешнего облучения.
10. Особенности поглощения альфа-излучения веществом. Способность различных материалов поглощать альфа излучение. Материалы, используемые для защиты от альфа-излучения.
11. Особенности поглощения бета-(электронов, позитронов) излучения веществом. Способность различных материалов поглощать бета-излучение. Материалы, используемые для защиты от бета-излучения.
12. Необходимость двойной защиты от бета-излучения большой энергии.
13. Приближенные формулы расчета толщины экрана для поглощения бета-излучения.
14. Особенности поглощения гамма-излучения веществом. Способность различных материалов поглощать гамма излучение. Материалы, используемые для защиты от гамма-излучения. Расчет толщины защитного экрана при известном коэффициенте ослабления.

15. Особенности поглощения нейтронов веществом. Способность различных материалов поглощать быстрые и медленные нейтроны. Материалы, используемые для защиты от нейтронов. Расчет толщины защитного экрана при известном коэффициенте ослабления.

16. Физико-химические основы поглощения излучения биологическими тканями.

17. Зависимость биологического эффекта от суммарной дозы, времени воздействия излучения, размеров поверхности, индивидуальных особенностей. Устойчивость различных организмов к действию радиации.

18. Эффективный период полураспада. Влияние биологического периода полураспада на дозу облучения от данного изотопа.

19. Действие больших доз радиации при однократном облучении и при хроническом облучении.

20. Три степени лучевой болезни.

21. Действие малых доз радиации. Концепция беспорогового действия радиации.

22. ФЗ «О радиационной безопасности населения». Основные принципы обеспечения безопасности. Основные гигиенические нормативы на территории РФ. Радиационные паспорта территорий и предприятий.

23. НРБ-99. Основные принципы радиационного нормирования. Категории А, Б, В населения и основные пределы допустимых доз облучения от техногенных, медицинских и природных источников техногенного происхождения.

24. НРБ-99. Зонирование территории при радиоактивном поражении.

25. ОСПОРБ (Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности). Общие требования к обеспечению радиационной безопасности. Категории опасности объектов, СЗЗ по категориям.

26. ОСПОРБ. Организация работ с открытыми источниками облучения. Организация работ с закрытыми источниками облучения.

27. ОСПОРБ. Требования к санпропускникам и шлюзам.

28. ОСПОРБ. Обращение с радиоактивными отходами. Виды радиоактивных отходов.

29. Радиационный контроль на территории Камчатского края.

30. Общая характеристика приборов для дозиметрического и радиационного контроля. Дозиметры. Радиометры, спектрометры.

31. Типы ядерных реакторов. Характеристика реактора типа ВВЭР. Топливо, устройство ядерного реактора. Материалы, используемые для замедления нейтронов и защиты от излучения. Экологический риск. Перегрузка топлива. Зарубежные аналоги.

32. Типы ядерных реакторов. Реактор типа РБМК. Топливо, устройство ядерного реактора. Материалы, используемые для замедления нейтронов и защиты от излучения. Экологический риск. Перегрузка топлива. Зарубежные аналоги.

33. Типы ядерных реакторов. Реакторы на быстрых нейтронах. Преимущества и недостатки.

34. Схемы ЯТЦ. Преимущества и недостатки открытого и закрытого ЯТЦ.

35. Решение проблемы радиоактивных отходов (низкой и средней активности, высокой активности)

36. Распределение загрязнения и накопление радионуклидов в окружающей среде в результате ядерных испытаний. Остаточный радиационный фон от ядерных испытаний.

37. Проведение ядерных испытаний под землей.

38. Проведение ядерных испытаний в космосе.

39. Влияние биологического периода полураспада на дозу облучения от данного изотопа.

40. Принцип работы радонметра. Измерение загрязненности радоном учебных помещений.

41. Аварии на ядерных реакторах.

42. Распределение радиоактивного загрязнения при аварийном выбросе радионуклидов. Зонирование территории.
43. Способы ведения сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения цезием и стронцием.
44. Виды радиоактивных отходов. Способы утилизации отходов. Радиохимические заводы и хранилища радиоактивных отходов в РФ.
45. Проблема ввоза радиоактивных отходов на территорию РФ.
46. Радиоактивный йод как биологически значимый радионуклид.
47. Радиоактивный цезий как биологически значимый радионуклид.
48. Радиоактивный стронций как биологически значимый радионуклид.
49. Плутоний как биологически значимый радионуклид.
50. Уран как биологически значимый радионуклид.

7. Рекомендуемая литература

Основная

1. Прохоров Б.Б. Экология человека: учебник. — М.: Академия, 2005. — 320 с. (21 экз.)

Дополнительная

2. Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учеб. пособие. — М.: Юнити, 2013. — 231 с. (7 экз.)
3. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: учеб. пособие. — М.: Академия, 2004. — 240 с. (5 экз.)
4. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие/ под ред. Л.А. Муравья.— М.: Юнити, 2000. — 447 с. (10 экз.)

Методические указания по дисциплине

5. Ступникова Н.А «Радиационная экология» - программа курса и методические указания к изучению дисциплины для студентов направления подготовки 022000.62 (05.03.06) «Экология и природопользование» очной и заочной форм обучения. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. — 58 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6. Российский национальный комитет содействия Программе ООН по окружающей среде [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.unepcom.ru>
7. Сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс]. — URL: <http://gosnadzor.ru>
8. Сайт Автономной некоммерческой организации содействия повышению экологической и энергетической эффективности регионов «Эколайн» [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.ecoline.ru/index.html>

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

В рамках освоения учебной дисциплины «Радиационная экология» предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекционного типа;

- семинарского типа;
- групповых консультаций;
- индивидуальных консультаций;
- самостоятельной работы,

а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины.

На учебных занятиях семинарского типа студенты выполняют проработку рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работу с текстами официальных публикаций; решение практических заданий.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций студенты имеют возможность получить квалифицированную консультацию по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у студента опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для определения темы и проблемы исследования, выполнения мини-проектов по дисциплине, обсуждения научных текстов и текстов студентов, решения учебных задач, для подготовки к интерактивным занятиям семинарского типа, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы и др.

Самостоятельная работа студента по дисциплине включает такие виды работы как:

1. изучение материалов, законспектированных в ходе лекций;
2. изучение литературы, проработка и конспектирование источников;
3. подготовка к практическим занятиям;
4. подготовка к публичному выступлению;
5. подготовка и защита реферата;
6. подготовка к тестированию;
7. подготовка к промежуточной аттестации

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

9.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 7 рабочей программы дисциплины;
- использование электронных презентаций;
- изучение нормативных документов на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, проработка документов;

– интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

9.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- презентационный редактор Microsoft PowerPoint.

9.3 Перечень информационно-справочных систем

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий лекционного типа, практически (семинарских) занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются учебные аудитории 6-505, 6-506, 6-507, 6-519 с комплектом учебной мебели.

Для самостоятельной работы обучающихся используются кабинеты 6-214 и 6-314; каждый оборудован комплектом учебной мебели, двумя компьютерами с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, принтером и сканером.

Технические средства обучения для представления учебной информации включают аудиторную доску, мультимедийное оборудование.

При изучении дисциплины используется библиотечный фонд КамчатГТУ: учебники, учебные пособия, периодические журналы, электронный ресурс; раздаточный материал (тесты, доклады о состоянии окружающей среды, нормативно-правовые документы и др.).

11. Распределение часов по темам занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование разделов	Количество часов		
		ЛК	ПЗ	СРС
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1.	Предмет радиоэкологии. Физические основы радиоактивности	1	–	5
2.	Источники радиоактивного излучения	1	0,5	6
3.	Действие излучения на вещество и основы дозиметрии	1	0,5	6
4.	Биологические эффекты действия излучения	1	–	5
5.	Обеспечение радиационной безопасности населения и персонала	–	–	6
6.	Нормирование и регулирование радиационного воздействия	–	–	5
7.	Основные преимущества и экологические проблемы ядерной энергетики	–	0,5	7
8.	Ядерное оружие – источник экологической опасности	–	0,5	6
9.	Воздействие на окружающую среду радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива	–	1	6
10.	Биологически значимые радионуклиды	–	1	6
Итого:		4	4	60

Дополнения и изменения в рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе за ____/____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Радиационная экология» для направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____
« ____ » _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)