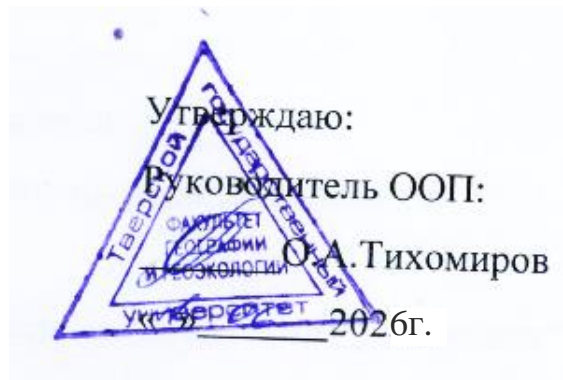


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович  
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности  
Дата подписания: 21.05.2026 15:39:37  
Уникальный программный ключ:  
aa5b5ee17d97a2e4d94e98e995320af94f043ce2

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»**



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**РАДИАЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ**  
Направление  
05.04.06. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Направленность (профиль)  
**Геоэкология**

Для студентов 1 курса очной формы обучения

Составитель: *к.ф.-м.н. Н.Б. Прокофьева*

Тверь, 2026

# I. АННОТАЦИЯ

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Цели и задачи дисциплины** состоят в формировании у студентов основных понятий о взаимодействии радиационных факторов среды с отдельными составляющими экосистем (популяциями, сообществами, биоценозами) и экосистемами в целом.

## 2. Место дисциплины (или модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Радиационная экология» является дисциплиной по выбору. Курс базируется на предшествующем изучении таких дисциплин, как «Современные проблемы экологии и природопользования», «Методы региональных геоэкологических исследований» и др.; тесно связана с последующими дисциплинами: «Региональный экологический мониторинг», «Экологический менеджмент и аудит», «Экологическое проектирование и экспертиза». В условиях увеличивающейся антропогенной нагрузки на окружающую среду и курсом страны на развитие ядерной энергетики значение дисциплины «Радиационная экология» значительно возрастает. Это происходит потому, что радиационные факторы среды, воздействуя на экосистемы, заодно и активно воздействуют на высший биологический объект - человека и, прежде всего, на состояние и показатели его здоровья.

## 3. Объем дисциплины (или модуля):

3 зачетные единицы, 108 академических часа, **в том числе контактная работа – 13 ч.:** практические занятия - 13 часов, **самостоятельная работа:** 95 часов.

## 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (или модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (или модулю)
ПК-2: Способен использовать базовые навыки проведения прикладных исследований для разработки системы	ПК-2.2: Применяет подходы и методы оценки экологической деятельности организации  ПК-2.3: Выявляет возможности улучшения системы экологического менеджмента организации

## 6. Форма промежуточной аттестации: зачет, 2 семестр.

## 7. Язык преподавания русский.

**II. Содержание дисциплины (или модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Для студентов очной формы обучения**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа		Самостоя- тельная работа
		Лекции	Практи- ческие работы	
<b>Тема 1.</b> Радиационно-экологические характеристики естественных и искусственных источников фоновых радиационных воздействий (радиационный фон Земли)	<b>6</b>		<b>1</b>	<b>5</b>
<b>Тема 2.</b> Аномальные и естественные и антропогенные территории повышенной радиоактивности	<b>17</b>		<b>2</b>	<b>15</b>
<b>Тема 3.</b> Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно-энергетического происхождения в экосистемах	<b>17</b>		<b>2</b>	<b>15</b>
<b>Тема 4.</b> Техногенная радиоактивность среды и здоровье населения	<b>17</b>		<b>2</b>	<b>15</b>
<b>Тема 5.</b> Нормы радиационной безопасности	<b>17</b>		<b>2</b>	<b>15</b>
<b>Тема 6.</b> Радиационно-экологический контроль, прогнозирование и профилактика последствий радиоактивного загрязнения	<b>17</b>		<b>2</b>	<b>15</b>
<b>Тема 7.</b> Радиационная защита населения	<b>17</b>		<b>2</b>	<b>15</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>		<b>13</b>	<b>95</b>

**III. Образовательные технологии**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
<b>Тема 1.</b> Радиационно-экологические характеристики естественных и искусственных источников фоновых радиационных воздействий (радиационный фон Земли)	Практическая работа  Самостоятельная работа	Разбор конкретных ситуаций  Работа с литературными и интернет-источниками
<b>Тема 2.</b> Аномальные и естественные и антропогенные территории повышенной радиоактивности	Практическая работа  Самостоятельная работа	Анализ и обсуждение проблем по литературным источникам Работа с литературными и интернет-источниками
<b>Тема 3.</b> Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно-энергетического происхождения в экосистемах	Практическая работа  Самостоятельная работа	Разбор конкретных ситуаций Работа с литературными и интернет-источниками
<b>Тема 4.</b> Техногенная радиоактивность среды и	Практическая работа	Разбор конкретных ситуаций

здоровье населения	Самостоятельная работа	Работа с литературными и интернет-источниками
<b>Тема 5.</b> Нормы радиационной безопасности	Практическая работа Самостоятельная работа	Разбор конкретных ситуаций Работа с литературными и интернет-источниками
<b>Тема 6.</b> Радиационно-экологический контроль, прогнозирование и профилактика последствий радиоактивного загрязнения	Лабораторно-практическая работа Самостоятельная работа	Разбор конкретных ситуаций Работа с литературными и интернет-источниками
<b>Тема 7.</b> Радиационная защита населения	Практическая работа Самостоятельная работа	Лекция-визуализация Информационные технологии Работа с литературными и интернет-источниками

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

##### **Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)**

ПК-2: Способен использовать базовые навыки проведения прикладных исследований для разработки системы.

##### **Планируемые результаты обучения по дисциплине**

ПК-2.2: Применяет подходы и методы оценки экологической деятельности организации.

ПК-2.3: Выявляет возможности улучшения системы экологического менеджмента организации.

##### ***Оценочные материалы для проведения текущей аттестации***

##### **Образовательный результат:**

**Компетенция ПК-2:** Способен использовать базовые навыки проведения прикладных исследований для разработки системы

##### ***Примеры типовых заданий для практических и семинарских занятий***

<b>Индикаторы формирования компетенции</b>	<b>Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков</b>	<b>Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания</b>
<b>Индикатор ПК-2.2:</b> Применяет подходы и методы оценки	- перечислить радиационно-экологические характеристики естественных фоновых радиационных воздействий.	<u>Первый:</u> имеет представление о механизмах взаимодействия радиационных факторов среды, как с компонентами экосистем, так и с экосистемами в целом, знает

<p>экологической деятельности организации</p>	<p>- дать характеристику составляющих радиационного фона Земли.</p> <p>- чем определяется естественный радиационный фон Земли?</p> <p>- <b>задача.</b> Закон радиоактивного распада в интегральном виде:  <math display="block">N(t) = N_0 e^{-\lambda t}</math> Здесь <math>N_0</math> – исходное число нераспавшихся ядер (при <math>t = 0</math>), <math>N</math> – число нераспавшихся ядер по истечении времени <math>t</math>. Чему равно число распавшихся ядер?</p> <p>- <b>Период полураспада</b> <math>T_{1/2}</math> – время, необходимое для того, чтобы радиоактивное вещество потеряло половину своей активности, определяют из условия <math>t = T_{1/2}</math>, если <math>N/N_0 = 1/2</math>, или  <math display="block">T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0.693 / \lambda</math> К началу радиоактивного распада имели 1г радия. Через сколько минут его останется 0,125г, если его период полураспада равен 3 минуты?</p> <p>- <b>Определить</b> порядковый номер, массовое число и заряд ядра изотопа, который получается из ядра изотопа протактиния в результате одного <math>\beta</math>-и двух <math>\alpha</math>-превращений.</p>	<p>основную терминологию – отлично- 8-10б.</p> <p><u>Второй:</u> уверенные знания основных понятий курса, владение основными методами измерения радиационных - хорошо - 6-7б.</p> <p><u>Третий:</u> обладает системными знаниями курса, владеет методологией и может самостоятельно применять методы радиационного мониторинга окружающей среды – Удовлетворительно - 4-5.</p> <p>Четвертый – не знает - неудовлетворительно -менее 3б.</p>
	<p>- перечислить радиационно-экологические характеристики искусственных источников фоновых радиационных воздействий.</p> <p>- определить уровень радиационного фона в помещении и на улице с помощью радиационного дозиметра.</p> <p>- из чего складывается антропогенный (искусственный) радиационный фон Земли?</p>	<p><u>Первый:</u> имеет представление о механизмах взаимодействия радиационных факторов среды, как с компонентами экосистем, так и с экосистемами в целом, знает основную терминологию – отлично - 8-10б.</p> <p><u>Второй:</u> уверенные знания основных понятий курса, владение основными методами измерения радиационных- хорошо - 6-7б.</p> <p><u>Третий:</u> обладает системными знаниями курса, владеет методологией и может самостоятельно применять методы радиационного мониторинга окружающей среды – Удовлетворительно - 4-5.</p> <p>Четвертый – не знает - неудовлетворительно -менее 3б.</p>

### Вопросы к зачету

1. Радиационно-экологические характеристики естественных источников фоновых радиационных воздействий.
2. Радиационно-экологические характеристики искусственных источников фоновых радиационных воздействий.
3. Радиационный фон Земли.
4. Естественный радиационный фон Земли.
5. Антропогенный (искусственный) радиационный фон Земли.
1. Геологические функции естественного радиационного фона Земли.
2. Основные радионуклиды естественного радиационного фона Земли.
3. Происхождение радионуклидов естественного радиационного фона Земли.
4. Метаболические характеристики радионуклидов естественного радиационного фона Земли.
5. Радиационные характеристики радионуклидов естественного радиационного фона Земли.
6. Характеристика космического излучения.
7. Радионуклиды, образующиеся при взаимодействии первичного космического излучения с веществом атмосферы.
8. Изменение естественных фоновых излучений от географического положения.
9. Антропогенные излучатели в составе современной среды.
10. Источники антропогенных излучателей в составе современной среды.
11. Аномальные естественные и антропогенные территории повышенной радиоактивности.
12. Аномальные территории повышенной естественной радиоактивности среды.
13. Территории повышенной радиоактивной загрязнённости среды от проведения ядерных взрывов.
14. Аварийное радиоактивное загрязнение среды.
15. Территории с резко повышенным внешним (космическим) радиационным фоном.
16. Территории с резко повышенной радиоактивностью верхних слоёв атмосферы.
17. Территории с резко повышенной радиоактивностью почв.
18. Территории с резко повышенной радиоактивностью составляющих биоценозов.
19. Вклад ядерных взрывов в радиоактивную загрязнённость среды.
20. Радиационно-экологические последствия работы атомных электростанций в нормальных режимах.
21. Радиационно-экологические последствия работы атомных электростанций в аварийных режимах.
22. Загрязнение среды от радиоактивных военных источников.
23. Радиоактивное загрязнение среды от аварии на Чернобыльской АЭС.
24. Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно – энергетического происхождения в экосистемах

25. Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно – энергетического происхождения в атмосфере.
26. Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно – энергетического происхождения в почве.
27. Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно – энергетического происхождения в воде.
28. Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно – энергетического происхождения в продуктах питания.
29. Экосистемные воздействия техногенных радиационных и токсикохимических факторов.
30. Техногенная радиоактивность среды и здоровье населения.
31. Механизм действия радиации на живые организмы.
32. Лучевая болезнь.
33. Патогенез лучевого поражения организма.
34. Клеточно – молекулярные реакции при лучевом поражении и их последствия.
35. Общие реакции организма при лучевом поражении.
36. Критические системы организма при лучевом поражении.
37. Популяционные реакции организма при лучевом поражении.
38. Экосистемные реакции на радиационную деформацию среды.
39. Нормы радиационной безопасности:
40. История нормирования радиации
41. Современные теоретические представления о пределах радиационной безопасности
42. Нормы радиационной безопасности, принятые в России.
43. Оценка российских норм радиационной безопасности.
44. Экологическое нормирование радиационных воздействий.
45. Организация радиационно – экологического контроля.
46. Прогнозирование последствий радиоактивного загрязнения среды.
47. Профилактика последствий радиоактивного загрязнения среды.
48. Организация мер по профилактике последствий радиоактивного загрязнения среды в случае радиационных аварий.
49. Дезактивация радиоактивных территорий и построение (планирование) мер реабилитации агроценозов (на примере аварии на Чернобыльской атомной электростанции или ЧАЭС).
50. Особенности построения и проведения радиационно – экологического контроля.
51. Профилактические меры при радиоактивном загрязнении лесных массивов.
52. Профилактические меры при радиоактивном загрязнении водоёмов.
53. Организация радиационной защиты населения.
54. Медико – административные меры противорадиационной защиты.
55. Общая фармакологическая противорадиационная защита.
56. Общая диетологическая противорадиационная защита.
57. Противорадиационная (антирадиационная) защита.

58. Историческая хроника некоторых событий, связанных с возникновением и развитием ядерной физики, а также радиационной гигиены и экологии.
59. Элементы физических представлений, используемых в радиационной экологии и радиационной гигиене.
60. Исторически и хронологически сложившиеся термины и определения, используемые в Нормах радиационной безопасности (НРБ-99 С.П.2.6.1. 758-99 и СанПиН 2.6.1. 802-99).
61. Основные термины и понятия, используемые в радиационной экологии.
62. Радиоактивная загрязнённость территории Российской Федерации от аварии на Чернобыльской АЭС.
63. Как исторически сложилось нормирование радиационных воздействий?
64. Теоретические представления о пределах радиационной безопасности.
65. Перечислите нормы радиационной безопасности.
66. Экологическое нормирование радиационных воздействий.
67. Меры по профилактике последствий радиационных аварий.
68. Комплекс мер по полной дезактивации среды.
69. Частичная дезактивация биологическим методом.
70. Механический метод частичной дезактивации.
71. Конкурентная блокада миграции радионуклидов.
72. Комплексная блокада миграции радионуклидов.
73. Особенности радионуклидного загрязнения лесов.
74. Последствия радионуклидного загрязнения лесов.
75. Меры по профилактике повышенных лучевых нагрузок, связанных с лесопользованием.
76. Лесовосстановительная работа на радиоактивных территориях.
77. Контроль за радиационной обстановкой в лесах.
78. Радиоактивное загрязнение водоёмов.
79. Меры по профилактике повышенных лучевых нагрузок, связанных с водопользованием.
80. Медико-административные меры защиты.
81. Фармакодиетическая коррекция напряжённости адаптационных энергетических реакций клеточного уровня.
82. Фармакодиетическое снижение риска повреждения клеточных мембран.
83. Фармакодиетическая коррекция напряжённости иммунной системы.
84. Фармакодиетическая коррекция напряжённости нейроэндокринной системы.
85. Противорадиационная защита введением стабильных конкурентов радионуклидов, загрязняющих среду.
86. Противорадиационная защита введением мишеней квантово-корпускулярных излучений.
87. Противорадиационная ионная защита.
88. Противорадиационная защита расстоянием.

89. Противорадиационная защита временем.  
 90. Противорадиационная защита экранированием

**Критерии оценки знаний, умений и навыков студентов на экзамене по курсу «Радиационная экология»**

№ п/п	Содержание	Критерии оценки	
		Менее 40 баллов «не зачтено»	40 и более баллов «зачтено»
1.	Основные понятия и термины основ радиационной экологии	неуверенные знания основных терминов и понятий	знает основные термины и понятия, демонстрирует уверенные знания, способен объяснить содержание основных терминов и понятий
2.	Методы наблюдений за уровнем радиации, методы контроля и защиты населения	неуверенные знания основных методов	знает основные методы, в том числе оценивает и анализирует методические данные, демонстрирует уверенные знания, способен применять методы
3.	Практические навыки, работа с приборами, ситуационные задания, прогнозирование	неуверенные навыки работы	применяет знания на практике, анализирует результаты своей работы, способен самостоятельно применять методы и делать непротиворечивые прогностические выводы

**V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (или модуля)**

а) основная литература:

1. Белозерский, Г. Н. Радиационная экология : учебник для вузов / Г. Н. Белозерский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 418 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10644-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/516513> (дата обращения: 29.05.2023).

2. Бекман, И. Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 497 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07879-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513457> (дата обращения: 29.05.2023) 3. Пивоваров Ю.П., Михалев А.А. Радиационная экология. М.: АС АДЕМА, 2004, 240 с.

3. Ташлыков, О. Л. Ядерные технологии : учебное пособие для вузов / О. Л. Ташлыков ; под научной редакцией С. Е. Щеклеина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 198 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02898-0 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1822-3 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492594> (дата обращения: 29.05.2023).

б) дополнительная литература:

1. Воробьева В.В. Введение в радиоэкологию [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Воробьева. — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2009. — 355 с. — 978-5-98704-084-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14329.html>
2. Оробец В.А. Радиоэкология: учебное пособие / В.А. Оробец, О.А. Рыбальченко. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2007. - 204 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=138857>.
3. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / . — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2016. — 68 с. — 978-5-7996-1705-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68285.html>
4. Семиколенных А.А. Оценка воздействия на окружающую среду объектов атомной энергетики [Электронный ресурс] / А.А. Семиколенных, Ю.Г. Жаркова. — Электрон.текстовые данные. — М.: Инфра-Инженерия, 2013. — 368 с. — 978-5-9729-0058-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13542.html>

## **VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (или модуля)**

### **Интернет-ресурсы:**

- [www.gks.ru](http://www.gks.ru) сайт Госкомстата
- [www.eprussia.ru](http://www.eprussia.ru) Энергетика и промышленность России
- [www.mintrans.ru](http://www.mintrans.ru) сайт Министерства транспорта Российской Федерации
- [www.mnr.gov.ru](http://www.mnr.gov.ru) сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ
- <http://m-atom.ru/> сайт Меченый атом
- <http://chernobyl-museum.ru/> видео лекция на тему "Чернобыльская катастрофа".
- СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 <https://www.sro-licence.ru/userfiles/ufiles/%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D0%9F%D0%B8%D0%9D%202.6.1.2523-09.pdf>

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
2. ЭБС «ЮРАИТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru);
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/> ;
4. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>;
5. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>;
6. ЭБС ТвГУ <http://megapro.tversu.ru/megapro/Web>;
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы) [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp?](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp?) ;
8. Репозиторий ТвГУ <http://eprints.tversu.ru>;

## **VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (или модуля)**

### **1. Методические указания по самостоятельной работе студентов**

**На самостоятельную работу студентов** при изучении курса «Радиационная экология» учебным планом отводится 95 часов.

#### **Основные темы для самостоятельной работы:**

1. Геологические функции естественного радиационного фона Земли.
2. Характеристика космического излучения.
3. Радионуклиды, образующиеся при взаимодействии первичного космического излучения с веществом атмосферы.
4. Аномальные территории повышенной естественной радиоактивности среды.
5. Территории повышенной радиоактивной загрязнённости среды от проведения ядерных взрывов.
6. Аварийное радиоактивное загрязнение среды.
7. Вклад ядерных взрывов в радиоактивную загрязнённость среды.
8. Радиационно-экологические последствия работы атомных электростанций в нормальных режимах.
9. Радиоактивное загрязнение среды от аварии на Чернобыльской АЭС.
10. Лучевая болезнь.
11. Патогенез лучевого поражения организма.
12. Клеточно – молекулярные реакции при лучевом поражении и их последствия.
13. Общие реакции организма при лучевом поражении.
14. Оценка российских норм радиационной безопасности.
15. Экологическое нормирование радиационных воздействий.
16. Дезактивация радиоактивных территорий и построение (планирование) мер реабилитации агроценозов (на примере аварии на Чернобыльской атомной электростанции или ЧАЭС).
17. Особенности построения и проведения радиационно – экологического контроля.
18. Профилактические меры при радиоактивном загрязнении лесных массивов.
19. Профилактические меры при радиоактивном загрязнении водоёмов.
20. Общая диетологическая противорадиационная защита.
21. Противорадиационная (антирадиационная) защита.
22. Лесовосстановительная работа на радиоактивных территориях.

В процессе самостоятельной работы студенты используют ЭВМ и интернет-ресурсы для получения имеющейся информации и поиска литературы по предложенным темам рефератов, контрольных работ и углубления знаний по курсу «Радиационная экология».

### Примеры тестовых заданий для самостоятельной работы

1. Кто предложил ядерную модель строения атома?  
А. Н. Д. Бор;      Б. М. Планк;      В. А. Столетов;      Г. Э. Резерфорд.
2. Атомное ядро имеет заряд:  
А. положительный;      Б. отрицательный;  
В. не имеет заряда;      Г. у различных ядер различный.
3. Бета излучение – это...  
А. электроны, движущиеся со скоростью, близкой к скорости света;  
Б. электромагнитное излучение большой частоты;      В. ядро гелия.
4. Произошел самопроизвольный распад ядра. Выделилась или поглотилась во время распада энергия?  
А. выделилась;      Б. поглотилась;  
В. осталась неизменной;      Г. среди ответов А, Б, В нет верного.
5. Изотопы – это...  
А. элементы с одинаковым химическим составом и одинаковой атомной массой;  
Б. элементы с различным химическим составом, но одинаковой атомной массой;  
В. элементы с одинаковым химическим составом, но с различной атомной массой.
6. В каком приборе след движения быстрой заряженной частицы в газе делается видимым в результате конденсации перенасыщенного пара на ионах?  
А. в счетчике Гейгера-Мюллера;      Б. в сцинтилляционном счетчике;  
В. в камере Вильсона;      Г. в пузырьковой камере.
7. Ядро состоит из 90 протонов и 144 нейтронов. После испускания двух  $\beta$  частиц, а затем одной  $\alpha$  частицы, это ядро будет иметь:  
А. 85 протонов, 140 нейтронов;      Б. 87 протонов, 140 нейтронов;  
В. 90 протонов, 140 нейтронов;      Г. 87 нейтронов, 140 протонов.
8. Какой заряд  $Z$  и массовое число  $A$  будет иметь атомное ядро изотопа урана после  $\alpha$  – распада и двух  $\beta$  – распадов?  
А.  $Z = 92$ ,  $A = 234$ ;      Б.  $Z = 92$ ,  $A = 238$ ;  
В.  $Z = 94$ ,  $A = 234$ ;      Г.  $Z = 88$ ,  $A = 236$ .
9. Имеется 106 атомов радиоактивного изотопа с периодом полураспада 10 мин. Сколько примерно атомов из них не испытает превращение за 20 мин.?  
А. 106;      Б.  $5 \cdot 105$ ;      В.  $7,5 \cdot 105$ ;      Г.  $2,5 \cdot 105$ .
10. Какая доля радиоактивных атомов распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?  
А. 25%;      Б. 50;      В. 75%;      Г. Все атомы распадутся.

## Фонд оценочных средств (проверка умений и навыков)

### Примеры типовых заданий

**1. Определить** порядковый номер, массовое число и заряд ядра изотопа, который получается из ядра изотопа протактиния в результате одного  $\beta$ -и двух  $\alpha$ -превращений.

**Закон радиоактивного распада** в интегральном виде:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}.$$

Здесь  $N_0$  – исходное число нераспавшихся ядер (при  $t = 0$ ),  $N$  – число нераспавшихся ядер по истечении времени  $t$ .

**Период полураспада**  $T_{1/2}$  – время, необходимое для того, чтобы радиоактивное вещество потеряло половину своей активности, определяют из условия  $t = T_{1/2}$ , если  $N/N_0 = 1/2$ , или

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0.693 / \lambda.$$

К началу радиоактивного распада имели 1г радия. Через сколько минут его останется 0,125г, если его период полураспада равен 3 минуты?

Решение:

При  $\beta$ -распаде из ядра вылетает электрон. В результате заряд увеличивается на единицу, масса же остается почти неизменной, так как масса электрона по сравнению с атомной массой очень мала. После  $\beta$ -распада элемент смещается на 1 клетку ближе к концу периодической системы.

-изотоп урана.

При  $\alpha$ -распаде ядро теряет положительный заряд  $2e$  и масса его убывает приблизительно на 4 атомных единицы массы. В результате элемент смещается на 2 клетки к началу периодической системы.

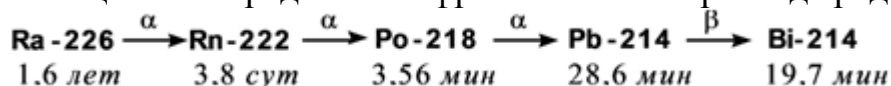
- изотоп тория.

- обозначение  $\alpha$ -частицы, являющейся ядром атома гелия.

- изотоп радия.

Ответ: Из ядра изотопа протактиния в результате одного  $\beta$ -и двух  $\alpha$ -превращений получается изотоп с порядковым номером 88, массовым числом 225 и зарядом ядра +88.

**2. Радиотоксичность** радона обусловлена его  $\alpha$ -радиоактивностью и радиоактивными нелетучими продуктами распада – Po, Bi и Pb, которые с большим трудом выводятся из организма. Наиболее биологически опасен для вдыхания изотоп  $^{218}\text{Po}$ , продуктами распада которого являются  $\alpha$ -активные изотопы и свинец. Ниже представлен фрагмент схемы распада радона:



**Прокомментировать** цепочку распада.

Вид излучения	Нуклид	Период полураспада	Вид излучения	Нуклид	Период полураспада
α	Уран-238	4,47 млрд. лет	α	Свинец-214	26,8 минут
β	Торий-234	24,1 сут	β	Висмут-214	19,7 минут
β	Протактиний-234	17 минут	β	Полоний-214	0,000164 секунды
α	Уран-234	245 000 лет	α	Свинец-210	22,3 лет
α	Торий-230	8 000 лет	β	Висмут-210	5,01 сут
α	Радий-226	1 600 лет	β	Полоний-210	138,4 сут
α	Радон-222	3,823 сут	α	Свинец-206	Стабильный
α	Полоний-218	3,05 минут			

Пример цепочки распада изотопа U-238 (семейство *урана-радия*).

### 3. Закон радиоактивного распада в интегральном виде:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Здесь  $N_0$  – исходное число нераспавшихся ядер (при  $t = 0$ ),  $N$  – число нераспавшихся ядер по истечении времени  $t$ .

**Период полураспада**  $T_{1/2}$  – время, необходимое для того, чтобы радиоактивное вещество потеряло половину своей активности, определяют из условия  $t = T_{1/2}$ , если  $N/N_0 = 1/2$ , или

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0.693 / \lambda$$

К началу радиоактивного распада имели 1г радия. Через сколько минут его останется 0,125г, если его период полураспада равен 3 минуты?

### 4. Знать и различать основные дозиметрические характеристики и единицы их измерений

Характеристика	Единица измерений в системе СИ	Внесистемная единица
Активность радионуклида	<b>беккерель (Бк):</b> 1 Бк = 1 расп/с;	<b>кюри (Ки):</b> 1 Ки = $3.7 \cdot 10^{10}$ расп/с.
Экспозиционная доза	<b>Кулон/кг (Кл/кг)</b>	<b>Рентген (Р)</b> 1Р = 0.258 мКл/кг = 0.87 рад
Поглощенная доза	<b>Грей (Гр)</b> 1 Гр = 1 Дж/кг	<b>рад</b> 1 рад = 0.01 Гр = 100 эрг/г
Эквивалентная доза	<b>Зиверт (Зв)</b> 1 Зв = 1 Гр/ $W_R$	<b>Бэр</b> 1Бэр = 0.01 Зв
Эффективная доза	<b>Зиверт (Зв)</b>	<b>Бэр</b>
Коллективная эффективная доза	<b>Человеко-Зиверт (чел-Зв)</b>	<b>Человеко-Бэр (чел-Бэр)</b> 1 чел-Бэр = 0,01 чел-Зв

**VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (или модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)**

**Образовательные технологии:** В процессе освоения дисциплины используются следующие **образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций:** практическое занятие, метод малых групп, упражнения, коллоквиум, подготовка письменных аналитических работ, выполнение лабораторных работ, моделировании, составление различных видов обзоров, планов, сводных таблиц и схем, написание рефератов, творческие задания.

**Программное обеспечение**

Adobe Reader XI – бесплатно

ArcGIS 10.4 for Desktop - Акт приема передачи на основе договора №39 а от 18.12.2014

Vilko 3.4 – бесплатно

Google Chrome – бесплатно

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.

MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

MapInfo Professional 12.0 - Акт о передаче прав по условиям договора № 26/2014-У от 10.02.14

Microsoft Visual Studio Enterprise 2015 - Акт предоставления прав № Tr035055 от 19.06.2017

Mozilla Firefox 46.0.1 (x86 ru) – бесплатно

Notepad++ - бесплатно

OpenOffice – бесплатно

QGIS 2.16.2.16.2 Nidebo – бесплатно

WinDjView 2.1 – бесплатно

**IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (или модулю)**

<b>Наименование специальных помещений</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
Учебная аудитория для проведения занятий	Переносной проектор LG LG DX 125, DLP 2500 ANSI Lm Переносной ноутбук Samsung R510 P7350(2.0)/2048// 250/2 DVD-	MS Office 365 pro plus – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017;

лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 203 корп. 6 (170021 Тверская обл., Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2)	RW/GbLAN/WiFi/BT/cam/VistaHP/154"WXGA/2.65 кг Дозиметр ДРГ-01Т1 Физическая карта России Атласы мира Учебная мебель	MS Windows 10 Enterprise – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017; Google Chrome – бесплатное ПО.
--	--	---

### Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации и самостоятельной работы № 111 (170021 Тверская обл., Тверь, ул. Прошина, д.3, корп. 2)	Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD- RW/W7S/монитор E-MachinesE220HQVB21.5“ Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD- RW/W7S/монитор E-MachinesE220HQVB21.5“ Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD- RW/W7S/монитор E-MachinesE220HQVB21.5“ Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD- RW/W7S/монитор E-MachinesE220HQVB21.5“ Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD- RW/W7S/монитор E-MachinesE220HQVB21.5“ Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD- RW/W7S/монитор E-MachinesE220HQVB21.5“	Adobe Reader XI – бесплатно ArcGIS 10.4 for Desktop - Акт приема передачи на основе договора №39 а от 18.12.2014 Bilko 3.4 – бесплатно Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 MapInfo Professional 12.0 - Акт о передаче прав по условиям договора № 26/2014-У от 10.02.14 Microsoft Visual Studio Enterprise 2015 - Акт предоставления прав № Tr035055 от 19.06.2017 Mozilla Firefox 46.0.1 (x86 ru)

	<p>15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-MachinesE220HQVB21.5“ Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“ Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“ Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“ Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB21.5“ Сканер Plustek OpticPro A320 Учебная мебель</p>	<p>– бесплатно Notepad++ - бесплатно OpenOffice – бесплатно QGIS 2.16.2.16.2 Nidebo – бесплатно WinDjView 2.1 – бесплатно</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации и самостоятельной работы № <b>118</b> (170021 Тверская обл., Тверь, ул. Прошина, д.3, корп. 2)</p>	<p>Лазерный принтер SAMSUNGML-2850D Доска интеракт. HitachiStarBoard в комплекте со стойкой Доска белая офисная магнит «Proff» Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW</p>	<p>Adobe Reader XI – бесплатно ArcGIS 10.4 for Desktop - Акт приема передачи на основе договора №39 а от 18.12.2014 Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 MapInfo Professional 12.0 - Акт о передаче прав по условиям договора № 26/2014-У от 10.02.14 Microsoft Visual Studio Enterprise 2015 - Акт</p>

	<p>Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW</p> <p>Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW</p> <p>Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW</p> <p>Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW</p> <p>Компьютер iRUCorp 510 15-2400/4096/500/DVD-RW</p> <p>Учебная мебель</p>	<p>предоставления прав № Tr035055 от 19.06.2017</p> <p>Mozilla Firefox 46.0.1 (x86 ru) – бесплатно</p> <p>Notepad++ - бесплатно</p> <p>OpenOffice – бесплатно</p> <p>QGIS 2.16.2.16.2 Nidebo – бесплатно</p> <p>WinDjView 2.1 – бесплатно</p> <p>НДС-ЭКОЛОГ - Акт предоставления прав Tr063036 от 11.11.2014</p> <p>Отходы 3.2 - Акт предоставления прав Tr063036 от 11.11.2014</p> <p>ПДВ - Эколог - Акт предоставления прав Tr063036 от 11.11.2014</p> <p>Эко центр. Автотранспортное предприятие - Акт предоставления прав Tr063036 от 11.11.2014</p> <p>Эко центр. Металлообработка - Акт предоставления прав Tr063036 от 11.11.2014</p> <p>Эко центр. Пластмассы и полимеры - Акт предоставления прав Tr063036 от 11.11.2014</p> <p>Эко центр. Сварка - Акт предоставления прав Tr063036 от 11.11.2014</p> <p>Эколог Шум 2 Стандарт - Акт предоставления прав Tr063036 от 11.11.2014</p>
--	--	---

#### **Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (или модуля)**

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания Ученого совета факультета, утвердившего изменения
3	IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	Переработаны типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенций	Протокол № 7 заседания кафедры физической географии и экологии от 31.05.2023 г.
4	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы	Внесены новые электронные библиотечные системы	