

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
Президиумом ученого совета ННГУ  
протокол от  
«14» декабря 2021 г. № 4

**Рабочая программа дисциплины**

***Радиационная экология***

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

06.03.01 Биология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

# 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.ДВ.07.06</i> относится к части ООП направления подготовки <i>06.03.01 Биология</i> , формируемой участниками образовательных отношений.

## Целью освоения дисциплины является:

- изучение распределения, миграции, круговорота радионуклидов в биосфере и воздействия ионизирующего излучения на живые организмы на разных уровнях организации.

# 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенции выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 – Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научных отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии	ПК-1.1. Знает: - правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах;	<i>Знает</i> теоретические основы и современные достижения в области радиационной экологии;	Тесты, контрольные вопросы, задачи, доклады.
	ПК-1.2. Умеет: - планировать и осуществлять поиск научной информации, оформлять результаты исследования для представления в письменной и устной формах;	<i>Умеет</i> применять экспериментальные и теоретические методы для исследований в области радиационной экологии;	
	ПК-1.3. Владеет: - опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования.	<i>Владеет</i> устойчивыми навыками планирования и проведения исследования в области радиационной экологии.	

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	48
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа	24
самостоятельная работа	23
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	

#### Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа		Всего	
Тема 1 Предмет и задачи радиоэкологии. Физические основы биологического действия ионизирующих излучений. Единицы измерения радиоактивности	5	2	2			4	1
Тема 2 Взаимодействие радиоактивных излучений с веществом. Биологические основы действия ионизирующего излучения.	16	6	4			10	6
Тема 3 Методы обнаружения и регистрации ионизирующих излучений. Источники ионизирующих излучений в окружающей среде.	15	5	6			11	4
Тема 4 Атомная энергетика. Аварии на предприятиях ядерного топливного цикла. Нормы радиационной безопасности. Организация работы с источниками ионизирующих излучений	16	6	4			10	6
Тема 5 Радиационный мониторинг. Миграция радионуклидов	19	5	8			13	6
Итого	71	24	24				23

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

*Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:*

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет
- подготовка к устному опросу на семинарских занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к экзамену.

#### Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Радиационная экология»

##### Подготовка к устному опросу, тестированию, решению задач, докладу

Все перечисленные виды самостоятельной работы представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к ним студенту необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) повторить материалы предшествующих дисциплин.

##### Подготовка к зачету

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **зачета**. Подготовка к зачету является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Радиационная экология».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций					
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично
	не зачтено		зачтено			

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на

		уровне « очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.2.** Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

#### **5.2.1 Контрольные вопросы**

№	Вопросы	Код формируемой компетенции
1.	Предмет и задачи радиационной экологии. Типы ядерных превращений. Закон радиоактивного распада.	ПК-1
2.	Международная шкала ядерных событий.	ПК-1
3.	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.	ПК-1
4.	Миграция радионуклидов.	ПК-1
5.	Проникающая способность ионизирующих излучений. Единицы измерения радиоактивности.	ПК-1
6.	Методы обнаружения и регистрации ионизирующих излучений.	ПК-1
7.	Естественный и искусственный радиационный фон.	ПК-1
8.	НРБ-99/09. Радиационный мониторинг. Нормирование и организация радиационного контроля при отводе территорий под строительство.	ПК-1
9.	Радон. Радоновый риск. Свойства радона.	ПК-1
10.	Аварии на объектах ядерной энергетики.	ПК-1

#### **5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки компетенции ПК-1:**

##### ***Примеры тестовых заданий:***

1. Радиоэкология – это наука, изучающая:
  - а) особенности существования животных и закономерности, протекающие в их естественных популяциях и биогеоценозах при воздействии на них радиационных факторов среды обитания;
  - б) действие всех видов ионизирующих излучений на живые организмы, их сообщества и биосферу в целом;

в) пути поступления радиоактивных изотопов в организм, закономерности распределения в нем и включение в молекулярные структуры тканей, особенности накопления в различных органах и выведение их из организма;  
г) закономерности загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами, их миграция по пищевым цепочкам в биогеоценозе и влияние на живые организмы.

2. Самопроизвольное превращение ядер атомов химических элементов в ядра других элементов, сопровождающееся выделением ионизирующих излучений, называется:

- а) дозой излучения;
- б) дозой облучения;
- в) мощностью дозы;
- г) радиоактивностью.

3. Образующийся при альфа-распаде (дочерний элемент) смещается относительно исходного (материнского) в таблице элементов Д.И. Менделеева:

- а) на 1 клетку влево;
- б) на 2 клетки влево;
- в) на 1 клетку вправо;
- г) на 2 клетки вправо.

4. Образующийся при бета-распаде (электронном) элемент смещается относительно исходного в таблице элементов Д.И. Менделеева:

- а) на 1 клетку влево;
- б) на 2 клетки влево;
- в) на 1 клетку вправо;
- г) на 2 клетки вправо.

5. Количество любого радиоактивного изотопа со временем, вследствие радиоактивного превращения ядер:

- а) стабилизируется;
- б) увеличивается в геометрической прогрессии;
- в) изменяется в зависимости от воздействия физических и химических факторов;
- г) уменьшается согласно закону радиоактивного распада.

6) Единицей радиоактивности в международной системе (СИ) является:

- а) кюри;
- б) зиверт;
- в) миллиграмм эквивалент радия;
- г) беккерель.

7) Пробег бета-частиц в воздухе достигает:

- а) до 25 м;
- б) до 10 см;
- в) до 150 м;
- г) до 1 см.

8. При прохождении через вещество гамма-кванта с энергией не менее 1,022 МэВ проявляется следующий из эффектов:

- а) образование электрон-позитронных пар;
- б) фотоэффект;
- в) комптон-эффект;
- г) К-захват.

9. Процесс измерения количества радиоактивных веществ и определения их концентрации в различных объектах исследования называется:

- а) дозиметрия;
- б) радиометрия;
- в) определение удельной радиоактивности;
- г) определение абсолютной активности.

10) Доза, характеризующая ионизирующую способность ионизирующего излучения в воздухе, называется:

- а) эквивалентная;
- б) поглощенная;
- в) экспозиционная;
- г) эффективная эквивалентная.

### 5.2.3. Типовые задачи для оценки компетенции ПК-1:

#### *Примеры задач:*

- 1) В ядре изотопа Si-27 один из протонов превратился в нейтрон. Напишите уравнение ядерной реакции. Какое ядро получилось в результате такого превращения? Определите его массовое число и зарядовое число.
- 2) Определить в процентах (по массе) состав радиоактивных атомов Fe-59 в образце металлического железа активностью  $10^{10}$  Бк и массой 10 г.  $T_{1/2}(\text{Fe-59})=44,529$  суток
- 3) Ядро Zn-65 захватило электрон из К-оболочки атома. Напишите уравнение ядерной реакции. Укажите в ядро какого элемента превратилось ядро цинка в результате К-захвата? Определите его массовое число и зарядовое число.
- 4) Определить удельную активность K-40 в образце, представляющем собой соль KCl, если содержание K-40 в естественном калии составляет 0,0118 % по массе.  $T_{1/2}(\text{K-40})=1.2 \cdot 10^9$  лет. Масса KCl 1 г.
- 5) Ядро какого химического элемента является продуктом одного альфа-распада и двух электронных бета-распадов ядра Th-234
- 6) Рассчитать массу навески сульфата калия ( $^{40}\text{K}_2\text{SO}_4$ ), необходимую для изготовления эталона бета-распада активностью 15 Бк.  $T_{1/2}(\text{K-40})=1.2 \cdot 10^9$  лет

### 5.2.4. Для оценки компетенции ПК-1 используются доклады на занятиях семинарского типа

Студентам предлагается индивидуально подготовить доклад и его презентацию. Оценочное средство в виде подготовки доклада с последующей презентацией используется при проведении практического занятия во время аудиторной работы. Студентам предлагается самостоятельно проанализировать проблему, подготовить доклад, на его основе сделать презентацию доклада в слайдах с помощью программы POWER POINT и выступить перед студенческой аудиторией с представлением результатов исследования.

#### **Примеры тем докладов на семинарах:**

1. Возникновение радиационной экологии как науки
2. Естественная радиоактивность



3. Применение радионуклидов и ионизирующих излучений в различных узких областях науки и техники
4. Нормирование в области радиационной безопасности: нормативные акты, законы, правила.
5. Мероприятия по сокращению поступления радиоактивных веществ в организм человека
6. Источники радиации, созданные человеком. Источники, использующиеся в медицине
7. Добыча и переработка радиоактивных руд
8. Отходы ядерной энергетики
9. Способы утилизации радиоактивных отходов. Гамма-съемка местности

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

а) основная литература:

1. Василенко О. И. Радиационная экология: учебное пособие. М.: Медицина, 2004.  
(<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5225048242.html>)
2. Смирнов С.Н., Герасимов Д.Н. Радиационная экология. Физика ионизирующих излучений М.: Издательский дом МЭИ, 2006.  
(<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5903072062.html>)
3. Воробьева В.В. Введение в радиоэкологию: учеб. Пособие. М.: Логос, 2009.  
(<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987040841.html>)

б) дополнительная литература:

1. Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология: учебное пособие для вузов. М.: Академия, 2004. (21 экз. в библиотеке ННГУ)
2. Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия М.: Юрайт, 2017.  
(<https://biblio-online.ru/book/4A2948BF-454A-4BB7-817C-9A24FE4D729A>)
3. Лысенко Н.П., Пак В.В., Рогожина Л.В., Кусурова З.Г. Радиобиология. СПб.: Изд-во лань, 2017. (<https://e.lanbook.com/reader/book/90856>)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/79.pdf>.  
ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,  
ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,  
ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,  
Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>,  
Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ.

Автор \_\_\_\_\_ к.б.н., доц. каф. биофизики Шилягина Н.Ю.

Рецензент \_\_\_\_\_ к.б.н., доц. каф. биохимии и биотехнологии Сеницына Ю.В.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.б.н., доц. Воденев В.А.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06.12.2021 года, протокол № 3.