

УДК 504.5:539.12

СПИЦЫН М. А., студент гр. МТБ-21 (СибГИУ)  
Научный руководитель ТЕМЛЯНЦЕВА Е. Н., к.т.н., доцент (СибГИУ)  
г. Новокузнецк

## РАДИОАКТИВНЫЕ ИЗОТОПЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ: ИСТОЧНИКИ, ПУТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ

За последние несколько десятилетий проблема радиоактивных изотопов, присутствующих в окружающей среде, привлекает все больше внимания как среди научного сообщества, так и среди широкой общественности. Радиоактивные изотопы как природного, так и искусственного происхождения могут оказывать значительное, зачастую негативное воздействие на здоровье человека и состояние экосистемы. С учетом увеличения числа ядерных объектов, а также возникновения ядерных аварий таких масштабов, как катастрофы на Чернобыльской и Фукусимской атомных электростанциях, вопрос о контроле и минимизации воздействия радиоактивных изотопов становится особенно актуальным [1].

Целью настоящего исследования является комплексный анализ источников радиоактивных изотопов в окружающей среде, а также путей их распространения.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1. Изучить основные источники радиоактивных изотопов — как природного, так и искусственного происхождения;
2. Исследовать пути распространения радиоактивных изотопов в атмосфере, водоемах и почве;
3. Оценить воздействие радиоактивных изотопов на здоровье человека и экосистему;
4. Рассмотреть существующие меры по снижению воздействия радиоактивных изотопов и предложить рекомендации для дальнейших исследований в данной области.

Рассмотрим основные источники радиоактивных изотопов в окружающей среде (таблица 1).

Таблица 1. Источники радиоактивных изотопов в окружающей среде

Тип источника	Название	Описание и характеристика
Природный	Космическое излучение	Поток высокоэнергетических частиц, поступающих из космоса. Эти частицы взаимодействуют с атмосферой Земли, создавая вторичные изотопы ( $^{14}\text{C}$ , $^{10}\text{Be}$ ).

Природный	Радиоактивные минералы	Минералы, содержащие радиоактивные элементы ( $^{238}\text{U}$ , $^{235}\text{U}$ и $^{232}\text{Th}$ ). Эти минералы могут выделять радионуклиды в окружающую среду через процессы распада.
Природный	Радон и его происхождение	Инертный газ, образующийся в результате распада урана и тория в земной коре. Накапливается в закрытых помещениях, таких как подвалы и здания, создавая тем самым риск для здоровья человека.
Искусственный	Ядерные испытания	В результате атмосферных ядерных взрывов в воздух выбрасываются различные радионуклиды $^{137}\text{Cs}$ и $^{90}\text{Sr}$ . Они оседают на поверхности земли и попадают в экосистему, провоцируя долгосрочные последствия для здоровья человека и состояния окружающей среды.
Искусственный	Аварии на АЭС	Аварии на АЭС приводят к значительному выбросу радиоактивных изотопов в атмосферу и водоемы.
Искусственный	Промышленное использование радионуклидов	Изотопы широко используются в различных отраслях промышленности, включая медицину (например, в радиотерапии и диагностике), научные исследования и производство.

Радиоактивные изотопы представляют собой значительную угрозу для окружающей среды и здоровья человека. Их распространение происходит через сложные и зачастую взаимосвязанные процессы, которые затрагивают различные компоненты экосистемы — атмосферу, водоемы, почву и живые организмы. Понимание путей, по которым радиоактивные вещества могут перемещаться, критически важно для оценки рисков и разработки эффективных стратегий управления радиационным загрязнением.

Рассмотрим основные пути распространения радиоактивных изотопов, включая атмосферный транспорт, гидрологические процессы, взаимодействия с почвой и геологическими структурами, а также влияние на биологические организмы. Каждый из этих аспектов играет ключевую роль в формировании радиа-

ционной обстановки и может иметь долгосрочные последствия для экологической обстановки и здоровья населения. Анализ этих путей позволит более глубоко понять механизмы загрязнения и разработать меры по минимизации его воздействия на окружающую среду (таблица 2) [2].

Таблица 2. Пути распространения радиоактивных изотопов

Путь распространения	Характеристика распространения
Атмосферный транспорт	Радиоактивные изотопы могут распространяться в атмосфере через выбросы, вызванные ядерными испытаниями, авариями на атомных электростанциях или промышленными процессами. Эти изотопы поднимаются в воздух и могут переноситься на большие расстояния с помощью ветра. В результате осадков радиоактивные частицы могут выпадать на землю, загрязняя почву и водоемы.
Гидрологический	Радиоактивные изотопы также попадают и в водоемы — через атмосферные осадки, сбросы сточных вод или вымывание из почвы. Вода может служить средой для распространения этих изотопов, влияя на экосистемы рек, озер и океанов. Радиоактивные вещества способны накапливаться в организмах водных обитателей, таких как рыбы и моллюски, а также на другие организмы посредством связей в пищевой цепи.
Почвенные и геологические	Почва может служить хранилищем для радиоактивных изотопов, которые оседают с атмосферными осадками или вымываются из минералов. Геологические процессы, такие как эрозия и выветривание, могут способствовать перемещению радиоактивных элементов в экосистемах.
Биологические	Радиоактивные изотопы воздействуют на живые организмы через непосредственное поглощение или через пищевые цепи. Растения могут абсорбировать радиоактивные элементы из почвы и воды. Животные, питающиеся этими растениями, способны накапливать радионуклиды в своих организмах, что вызывает биологическое обогащение.

Радиоактивные изотопы, возникающие в результате естественных процессов распада атомных ядер или искусственной активности, представляют собой серьезную угрозу для здоровья человека и состояния экосистем. Их воздействие

может быть как краткосрочным, так и долгосрочным, что требует глубокого понимания механизмов их действия и последствий. Рассмотрим основные механизмы воздействия радиоактивных изотопов на здоровье человека, их влияние на экосистемы, а также приведём оценку рисков и статистику заболеваний, связанных с радиационным облучением (см. таблицу 3) [3].

Таблица 3. Воздействие радиоактивных изотопов на здоровье человека и экосистему

Фактор	Угроза	Описание
Механизм воздействия на здоровье человека	Ионизирующее излучение	При распаде радиоактивных изотопов выделяются альфа-, бета- и гамма-частицы, которые могут вызывать повреждения клеток и ДНК
	Канцерогенные эффекты	Долгосрочное воздействие ионизирующего излучения увеличивает риск развития рака, особенно лейкемии и опухолей щитовидной железы
	Генетические изменения	Ионизирующее излучение способно приводить к мутациям в репродуктивных клетках, что может повлиять на потомство и увеличить риск наследственных заболеваний.
Долгосрочные последствия для экосистем	Нарушение пищевых цепей	Радиоактивные вещества могут накапливаться в организмах, начиная с растений и заканчивая хищниками, что зачастую приводит к высокой биологической концентрации таких веществ и потенциальному отравлению
	Изменение биоразнообразия	Высокие уровни радиации могут негативно сказаться на популяциях животных и растений, приводя, в частности, к снижению биоразнообразия и изменению экосистемных процессов
	Деградация среды обитания	Радиоактивное загрязнение почвы и водоемов может ухудшить качество среды обитания, что, в свою очередь, влияет на выживаемость и здоровье живых организмов
	Увеличение заболеваемости	В регионах с высоким уровнем радиации наблюдается рост случаев рака и

Оценка рисков и статистика заболеваний		других заболеваний. После Чернобыльской катастрофы был зафиксирован рост случаев рака щитовидной железы у детей
	Модели оценки риска	Для оценки вероятности развития заболеваний используются различные модели в зависимости от уровня радиационного облучения. Эти модели учитывают также возраст, пол и исходную предрасположенность к заболеваниям

Итак, в ходе исследования было установлено, что радиоактивные изотопы представляют собой серьезную угрозу для здоровья человека и экосистем. Ионизирующее излучение, исходящее от радиоактивных изотопов, приводит к повреждениям клеток и ДНК, что увеличивает риск развития различных форм рака и генетических заболеваний. Долгосрочные последствия радиационного загрязнения негативно сказываются на биоразнообразии, нарушают пищевые цепи и ухудшают качество среды обитания для многих видов. Для более глубокого понимания воздействия радиоактивных изотопов и разработки эффективных мер по их контролю рекомендуется проводить масштабные (в том числе в отношении времени проведения) эпидемиологические исследования на больших выборках населения с целью выявления долгосрочных последствий радиационного облучения. Также необходимы и исследования, направленные на изучение влияния радиации на различные экосистемы и виды животных и растений.

#### Список литературы:

- 1) RCYCLE.NET- Радиоактивное загрязнение атмосферы [Электронный ресурс] URL: <https://rcycle.net/ekologiya/atmosfera/radioaktivnoe-zagryaznenie-atmosfery-osnovnye-istochniki-metody-kontrolya-i-likvidatsii> (дата обращения 20.10.2024)
- 2) Охрана окружающей среды от радиоактивных загрязнений [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/6853890/> (дата обращения 20.10.2024)
- 3) Причины, последствия и методы борьбы с радиоактивным загрязнением [Электронный ресурс] URL: <https://cleanbin.ru/problems/nuclear-pollution> (дата обращения 20.10.2024)