

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИСУТСТВИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ГОРОДАХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. А. Самсонович, А. В. Чикалко, Е. С. Боровкова

*Учреждение образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», г. Новополоцк, Витебская область,
Республика Беларусь*

В данной статье представлены экспериментальные исследования измерений активности радионуклидов в пробах почв, воды, растительности, полученных в четырех городах Витебской области: Витебск, Полоцк, Новополоцк и Браслав. На основе выявленных результатов с точки зрения радиологии исследованные территории можно считать экологически чистыми.

Введение. Радиационное загрязнение имеет разнообразные причины, включая эксперименты с ядерным оружием, ядерные взрывы, захоронение радиоактивных отходов, транспортировку ядерных материалов и добычу радиоактивных руд. Для Беларуси, однако, наиболее актуальной причиной является утечка радиоактивных компонентов в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Одним из основных радионуклидов, продуктов этой аварии, является цезий-137, содержание которого в почве подвергается постоянному мониторингу со стороны государства. Данные, предоставленные сайтами радиационного мониторинга окружающей среды за 2020 год [1], свидетельствуют о том, что Витебская область является территорией с низким уровнем радиационной нагрузки.

Впрочем, помимо цезия-137, некоторые другие радионуклиды также могут присутствовать в окружающей среде и оказывать влияние на радиационную обстановку. Например, стронций-90 является одним из наиболее распространенных радионуклидов, образующихся в результате ядерных испытаний и аварий на атомных электростанциях. Его долгоживущие изотопы обладают значительной радиоактивностью и могут накапливаться в тканях растений и животных.

Для того чтобы оценить «экологическую чистоту» Витебской области с точки зрения радиологии, проведено ряд экспериментальных исследований. Методы анализа включали измерения радиационного фона, определение содержания радиоактивных нуклидов в почве, воздухе и воде, а также мониторинг воздействия радиации на биологические объекты. Полученные результаты свидетельствуют о том, что Витебская область в целом обладает низким уровнем радиационной нагрузки, что указывает на её относительную экологическую исправность в радиологическом аспекте.

Для проведения исследования были собраны пробы почвы, воды и растительности из различных районов Витебской области. Некоторые из этих образцов были взяты на земельном участке в деревне Струсто, расположенной в Браславском районе. Другие образцы были собраны на берегу реки Западная Двина в городе Полоцке, в лесном массиве рядом с Полоцким государственным университетом имени Евфросинии Полоцкой, расположенном в городе Новополоцке, а также на одном из земельных участков в городе Витебске.

Исследования проходили с помощью радиометрического оборудования МКС-АТ1315. МКС-АТ1315 – это гамма-бета-спектрометр, который комбинирует в себе спектрометрические и радиометрические возможности для измерения смешанного гамма-бета-излучения. Этот прибор предназначен для качественного и количественного анализа гамма-бета-излучения и радиометрического анализа проб объектов окружающей среды различной консистенции, таких как продукты питания, питьевая вода, сельскохозяйственная продукция, сырье и т. д., с целью определения содержания гамма-бета-излучающих радионуклидов. Данный спектрометр обеспечивает регистрацию гамма-излучения в диапазоне энергий от 50 до 3000 кэВ и бета-излучения в диапазоне граничных энергий от 150 до 3500 кэВ [2].

По полученным экспериментальным данным, определено присутствие ряда радионуклидов в образцах. Калия-40 в природе особенно много, что мы можем наблюдать после систематизации данных. Также стоит отметить, что в листьях клена его наибольшее количество, что, как мы предполагаем, связано с немаленькой площадью поверхности листа, сопутствующей попаданию радионуклидов из атмосферы, и сильным обменом влаги между корнями и листвой у деревьев, что помогает радиоактивным веществам мигрировать в растение из почвы.

Определив присутствие радионуклидов, нашей задачей являлось понять, насколько велика опасность для жизнедеятельности, исходящая от них. Удельная эффективная активность – искусственный интегральный параметр, который вычисляется по формуле [3]:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1.31A_{Th} + 0.085A_K, \quad (1)$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_K – удельные активности радия, тория и калия соответственно, (Бк/кг), (рисунок 1).

Максимальное значение удельной эффективной активности ($A_{эфф.м}$), по которому присваивается класс по радиационной безопасности с определением области применения, рассчитывается по формуле [3]:

$$A_{эфф.м} = A_{эфф} + \Delta, \quad (2)$$

где $A_{эфф}$ – удельная эффективная активность (Бк/кг), Δ – абсолютная погрешность $A_{эфф}$.

Погрешность высчитывается по формуле [3]:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{Ra}^2 + 1,7 \cdot \Delta_{Th}^2 + 0,007 \cdot \Delta_K^2}, \quad (3)$$

где Δ_{Ra}^2 , Δ_{Th}^2 , Δ_K^2 – абсолютные погрешности измерений удельных активностей радия-226, тория-232 и калия-40 соответственно. Как и в случае с удельной эффективной активностью, прибор в автоматическом режиме представлял эти значения.

На рисунке 2 представлена диаграмма максимальной удельной эффективной активности исследуемых образцов.

СЕКЦИЯ 3

Современные научные исследования в области физико-математических и технических дисциплин

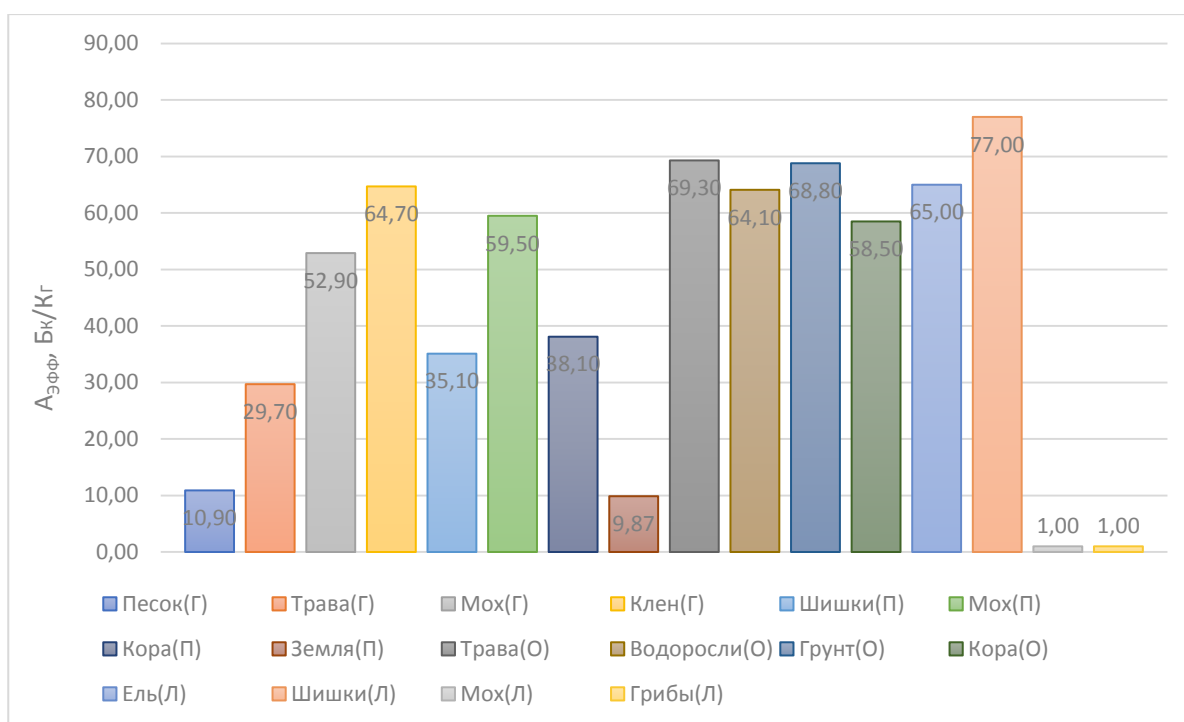


Рисунок 1 – Сравнительный анализ удельной эффективной активности
Г – город, О – озеро, П – поле, Л – лес

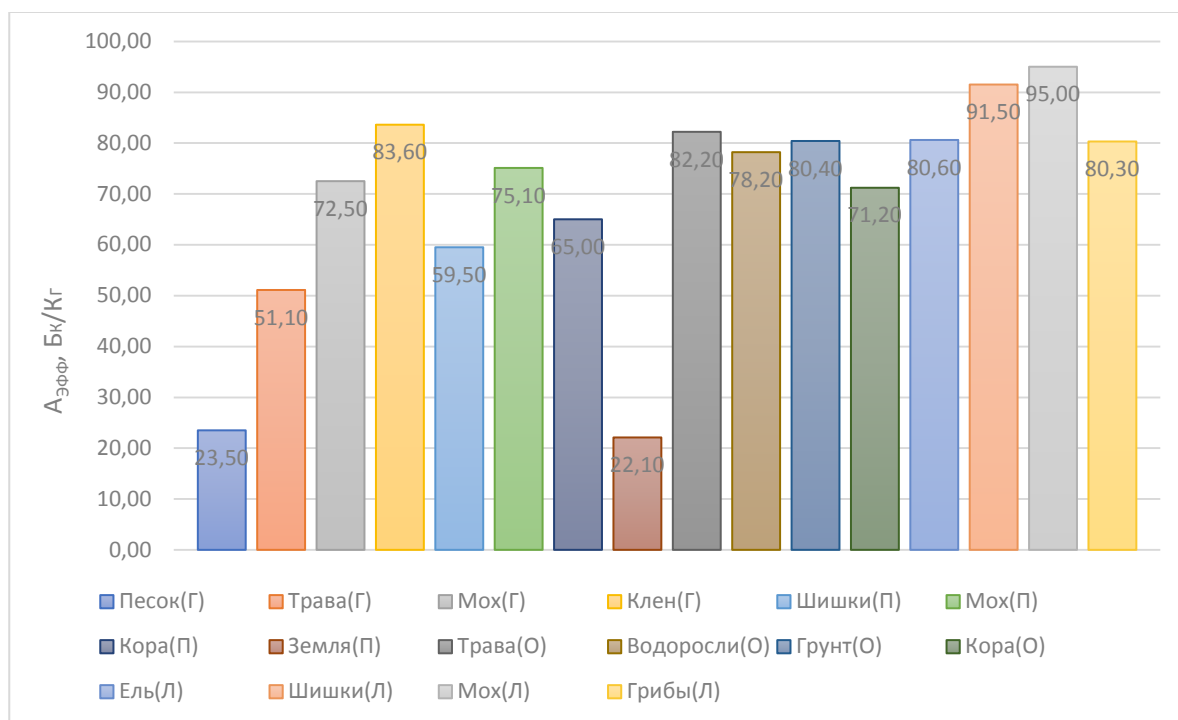


Рисунок 2 – Сравнительный анализ максимальной удельной эффективной активности
Г – город, О – озеро, П – поле, Л – лес

В ходе исследования мы определили присутствие радионуклидов в представленных образцах, а также максимальное значение удельной эффективной активности ($A_{эфф.М}$) и сделали вывод о безопасности каждого образца. В будущем работу можно расширить, взяв вместо природных образцов строительные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Министерство чрезвычайных ситуаций Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chernobyl.mchs.gov.by/kontrol-radioaktivnogo-zagryazneniya/>. – Дата доступа: 02.09.2023.
2. Акцепт. Испытательная лаборатория, сертификационный центр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://accept-lab.ru/opredelenie-udelnoj-effektivnoj-aktivnosti-radionuklidov/>. – Дата доступа: 28.08.2023.
3. Войцицкий, И. В. Активность Sr-90 и Cs-137 в почвах Курганской области / И. В. Войцицкий // Молодой ученый Международный научный журнал. – 2020. – № 2 (292). – С. 344–346.
4. Игнатов, П. А. Радиогеоэкология и проблемы радиационной безопасности : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / П. А. Игнатов, А. А. Верчеба. – Волгоград : Издательский Дом «Ин-Фолио», 2010. – 256 с.
5. Ильин, Л. А. Радиационная гигиена : учебник для вузов / Л. А. Ильин, В. Ф. Кириллов, И. П. Коренков. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 384 с.
6. Маргулис, У. Я. Радиационная безопасность. Принципы и средства ее обеспечения / У. Я. Маргулис, Ю. И. Брегадзе, К. Н. Нурлыбаев. – М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2010. – 320 с.
7. Аппаратура и новости радиационных измерений (АНРИ) / под ред. А. Н. Мартынюк. – 2011. – № 2 (65). – М. : НПП "Доза", 2011. – 71 с.

ФАКТОР ОПТИЧЕСКОГО ОГРАНИЧЕНИЯ И ДАЛЬНЕЕ ПОЛЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУР С КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ AlGaN

Н. П. Тарасюк

Учреждение образование «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь

Гетероструктуры на основе AlGaN перспективны для создания высокоэффективных источников излучения в ультрафиолетовой области спектра. Возможность изменения ширины запрещенной зоны гетероструктур AlGaN от 3.4 до 6.1 эВ [1] позволит создавать оптоэлектронные приборы, работающие в широком диапазоне длин волн ультрафиолетовой области спектра от 365 до 210 нм. Увеличение фактора оптического ограничения позволит понизить порог генерации оптически накачиваемых лазеров [2, 3] и осуществить развернутые исследования лазерных параметров гетероструктур, что важно для оптимизации ростовых параметров и создание эффективных ультрафиолетовых лазеров. Для эффективного применения полупроводниковых лазеров необходимо знание распределения излучения в дальней зоне. От излучения лазера в дальней зоне зависит способ ввода излучения в оптическое волокно.

В данной работе проводится оптимизация по фактору оптического ограничения толщин волноводных слоев гетероструктур с активной областью, содер-