

**ЭКОГИДРОКОНТРОЛЬ.  
2005 – 2010.  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
РАДИОАКТИВНОСТИ**

**I.Ф. Лукашин**

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины  
г. Севастополь, ул Капитанская, 2  
*E-mail: oaoi@alpha.mhi.iuf.net*  
tel/fax 8-0692-54-26-94

*В работе представлены результаты исследований полей радиоактивности природных сред – воды и воздуха, новых методов и средств их изучения, анализа статистической информации, ее представления, сжатия и архивации выполненной авторами в 2005 – 2010 гг. в рамках проекта Экогидроконтроль.*

**Введение.** Знание экологического состояния моря и его эволюции необходимы для разработки национальных и международных программ его восстановления в рамках экологической и экономической кооперации. Потребность в экологическом мониторинге окружающей среды – очевидна. Создание надёжных методов и средств контроля, а в дальнейшем прогноза дозовых параметров среды обитания человека, в частности, контроль поступления и накопления радионуклидов естественного и искусственного происхождения в водных бассейнах становятся одной из важнейших научно-прикладных задач нашего времени.

Совершенно очевидно, что задача эта по существу своему сложна и для решения требует кроме знаний об источниках загрязнения, совместного рассмотрения геохимических, гидрофизических и метеорологических процессов формирования концентрационных полей радиоактивности и их проявлений в окружающей среде – индикаторов – полей излучения [1].

Радиоактивный мониторинг воды и воздуха приводной атмосферы осуществляется на основе данных измерений параметров полей радиоактивности полученных с помощью измерительного

комплекса. Он обеспечивает оперативный мониторинг по анализу состояния полей излучения, отбор проб воды и воздуха для определения концентраций отдельных радиоактивных компонентов и анализ, сжатие, представление и архивацию статистической информации для выработки административных, командирских, исследовательских и др. решений. Изучение параметров и разработка теории и новых принципов измерения полей радиоактивности природных сред – предмет настоящих исследований.

**Специфичность** поля радиоактивности природных сред состоит в его системности.

Она заключается в том, что любые воздействия на природную среду вызывают адекватные изменения многих компонент поля радиоактивности, они связаны, – изменения системны. Это обстоятельство позволяет осуществлять экологическую интерпретацию воздействия не по значениям отдельных измеряемых параметров, но и по их взаимодействию (системный эффект). Экологические факторы, – параметры воздействия, выявляются не самими измеряемыми параметрами (концентрациями радионуклидов), а их системным эффектом, даже простейшего типа: в попарном соотношении.

Это касается как прямого воздействия, например, инъекция группы искусственных радионуклидов в природную среду в результате аварии атомного реактора через атмосферные выпадения вызывает системный радиоэкологический эффект на радиационную безопасность человека через целый ряд пищевых, ингаляционных и других цепочек, так и системного воздействия непрямых факторов, например, смена воздушной массы с другим составом естественных радионуклидов (морской или континентальной) в результате общей циркуляции атмосферы. Причем точный учет всех процессов от самой аварии или физических процессов в верхней атмосфере до самочувствия человека практически не возможен, а системный анализ «воздействие – эффект» вполне осуществим с получе-

нием реальных прогностических данных статистического типа.

Среди других видов излучения гамма-поле обладает, в этом плане, рядом достоинств: оно содержит полную информацию о покомпонентном составе радиоактивности, имеет линейчатый спектр, исключительно высокую скорость передачи информации, а также оптимальные транспортные параметры излучения (средняя длина свободного пробега в среде превышает характерные конструктивные размеры детекторов, но меньше пространственных масштабов исследуемых процессов). Достаточно простой способ регистрации и широкий набор ядернофизических параметров излучателей, обуславливающий высокую информативность поля для их идентификации, дополняет этот ряд.

До настоящего времени для детектирования, идентификации и определения статистических параметров флуктуаций компонентного состава и активности гамма-излучателей использовались исключительно характерные для них энергетические параметры излучения, т.е. селекция по элементам объема фазового пространства гамма-поля осуществлялась только по элементам (диапазонам) энергии излучения.

Специфичность полей радиоактивности природных сред и их проявлений – полей излучения, – квантовый характер и системность – обусловливают существенные особенности их измерения, анализа статистической информации и представления параметров для целей оперативного мониторинга. В настоящее время существуют достаточно надежные инструменты для выявления и идентификации особенностей статистической структуры полей концентраций и излучения, – это и различные способы рандомизации, и кластерный, и вейвлет анализ.

Существенным отличием процесса исследования полей радиоактивности от исследований других гидрометеорологических полей является их принципиально слабая статистическая обеспеченность. Например, за все время выполнения инструментальных измерений отдельных компонент искусственной радиоактивности в морской

воде, определение концентраций Cs-137, одного из самых репрезентативных компонентов реакторной и бомбовой активности, составило не более двух тысяч. Поэтому совершенствование и разработка новых перспективных технологий измерения, анализа и представления параметров полей радиоактивности природных сред принципиально важно в современных условиях.

Это касается, как методик проведения исследований естественных радиоактивных аномалий и их проявлений, модернизации способов представления полей радиоактивности природных сред для их анализа и исследований, адекватного отбора проб морской воды и воздуха для анализа содержания в них отдельны компонент радиоактивности, так и создания автоматизированных измерительных комплексов и станций для оперативного мониторинга и экологического контроля, анализа статистической информации, ее архивации, сжатия, представления и научной презентации.

**Заключение.** В рамках разработки методов и средств исследования параметров полей радиоактивности природных сред на основе системного подхода к их анализу, проведения исследований естественных радиоактивных аномалий и их проявлений:

– Рассмотрены вопросы формирования поля гамма-излучения природных сред, как оперативного индикатора состояния полей радиоактивности. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований гамма-поля. Рассмотрены экспериментальные спектры гамма-излучения, вертикальное распределение интенсивности излучения в различных энергетических диапазонах, временные вариации. Приведены концептуальные принципы корреляционной спектрометрии [1].

– Выполнен анализ параметров полей радиоактивности в акваториях Черного и Азовского морей. Получены оценки радиационных рисков в регионе. Материалы обобщены в виде карт и таблиц и представлены в АТЛАСЕ [2].

– Изложены некоторые положения ядерной физики и теории ядерных реакторов, которые необходимы при

дальнейшем рассмотрении двух проблем, различных вопросов, в том числе юридических, связанных с возможностью и предотвращением ядерного терроризма; и интерпретации опытных данных, получаемых наукой о Земле, в аспекте возможного существования естественных ядерных реакторов (ЕЯР). Проведены исследования процессов формирования естественных радиоактивных аномалий в природных средах. Показано, что ЕЯР – процессы в геологической истории Земли являются не экзотическим феноменом, а широко и повсеместно распространенным явлением. Предложены концепция и критерии ЕЯР – процессов [3 – 7].

– Создана простая в использовании геоинформационная система для представления, отображения и анализа концентрационных полей океана. Для демонстрации возможностей ГИС использована база данных концентраций цезия-137 на акватории Черного моря по результатам исследований в 33-ем рейсе нис «ак. Вернадский» в 1986 году в рамках мониторинга последствий Чернобыльской катастрофы [8 – 10].

– Проанализированы сравнительные характеристики стандартного и корреляционного метода анализа флюктуаций поля гамма-излучения в формализме вероятностей обнаружения, ложных тревог и пропуска сигнала. Предложена концептуальная основа построения прибрежной станции контроля радиоактивности воды и воздуха в рамках системного подхода к анализу поля гамма-излучения воды и воздуха в формализме корреляционной спектрометрии. Представлена ее генеральная аппаратная и алгоритмическая – программная конфигурация [11 – 19].

– Разработан способ и устройство для подъема на поверхность глубинных морских вод для дальнейшего их исследования или извлечения из них полезных минеральных, газовых, и других компонентов, с использованием энергии поверхностных волн океана. Приведен анализ причин неудач при натурных испытаниях альтернативного устройства. Создан рекламно-научный ролик DVD. Получен патент на изобретение [20 – 23].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батраков Г.Ф., Лукашин И.Ф. Поле гамма-излучения океанов и морей. – Севастополь: НПЦ "ЭКОСИ – Гидрофизика". – 2005. – 258 с.
2. Лукашин И.Ф., Прасолов Р.С., Панарина З.С. Атлас охраны природы Черного и Азовского морей. – Санкт-Петербург: ГУНИО МО РФ, ЦКП ВМФ. – 2006. Гл редактор Митин Л.И. Разделы 6.1, 6.2, 6.3. – С. 334 – 336.
3. Мервозединов Д.Р., Батраков Г.Ф., Лукашин И.Ф. Ядерный терроризм и возможные природные радиоизотопные аномалии // Системы контроля окружающей среды / Средства и мониторинг. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2005. – С. 220 – 228.
4. Лукашин И.Ф., Коновалов С.К. Критерии оценок для ЕЯР – концепции. Тезисы доклада на 2-ой международной научно-технической конференции "ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА – 2007, актуальные проблемы экологии и гидрометеорологии – интеграция образования и науки" – Одесса. – 2007. – С. 245.
5. Лукашин И.Ф. ЕЯР – концепция. Доклад на Международном научно-техническом семинаре "Системы контроля окружающей среды – 2007" 10 – 14.09.07, – Севастополь: МГИ НАН Украины. – 3 с.
6. Лукашин И.Ф. Особенности СЦР – процессов. Доклад на Международном научно-техническом семинаре "Системы контроля окружающей среды – 2007" 10 – 14 сентября – 2007 г., – Севастополь. – 3 с.
7. Лукашин И.Ф. Концепция ЕЯР // Системы контроля окружающей среды / Средства, модели и мониторинг. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2007. – С. 311 – 313.
8. Лукашин И.Ф., Замятин А.Г., Ерешенко А.В. Простая ГИС отображения концентрационных полей природных сред, тезисы доклада, Материалы научно-технической конференции "Системы управления и автоматики" – Сев.: НТУ. 10-11 апреля – 2007г., – С. 64.

9. Лукашин И.Ф. Информационная система отображения концентрационных полей природных сред., тез.докл. на Второй международной научно-технической конференции "ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА -2007 : актуальные проблемы экологии и гидрометеорологии – интеграция образования и науки" – Одесса, 26–28. 09. 2007 ., – С. 244.
10. Лукашин И.Ф. Модернизированная геоинформационная система отображения полей концентраций природных сред. Материалы Всеукраинской научной конференции «Мониторинг природных и техногенных сред». 24–26 апреля 2008 г. Симферополь. ДИАЙПИ, – Симферополь, – 2008. – С. 290 – 291.
11. Лукашин И.Ф. Эффективность процедуры обнаружения локальных радиоактивных аномалий // Системы контроля окружающей среды / Средства и информационные технологии. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006. – С. 335 – 337.
12. Лукашин И.Ф. Программно-аппаратный комплекс для реализации процедуры детектирования локальных радиоактивных аномалий в формализме вероятностей обнаружения и ложных тревог // Системы контроля окружающей среды / Средства, модели и мониторинг. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2007..– С. 308 – 310.
13. Лукашин И.Ф. Прибрежная станция контроля радиоактивности воды и воздуха. Доклад на международной научно-технической конференции «Управление, автоматизация и окружающая среда». – Севастополь. НТУ. 8-13 сентября – 2008 г. – 3 с.
14. Лукашин И.Ф. Прибрежная станция контроля радиоактивности воды и воздуха // Системы контроля окружающей среды / Средства, модели и мониторинг.– Севастополь: МГИ НАН Украины, 2008. – С. 290 – 292.
15. Лукашин И.Ф. Автоматизированная прибрежная станция мониторинга радиоактивности воды и воздуха. Вестник СевНТУ. Серия «Автоматизация процессов и управление». – Севастополь, 2009. – С. 65 – 67.
16. Лукашин И.Ф. Прибрежная станция контроля радиоактивности воды и воздуха // Системы контроля окружающей среды / Средства, информационные технологии и мониторинг. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2009. – С. 290 – 292.
17. Лукашин И.Ф Особенности многоканальной корреляционной гамма-спектрометрии природных сред. Проблемы природопользования, устойчивого развития и техногенной безопасности регионов. Материалы пятой международной научно-практической конференции. Днепр. Украина, 06 – 09.10.09. часть1. – Днепр. – С. 103 – 104.
18. Лукашин И.Ф. Способ обнаружения и идентификации радиоактивных аномалий в природных средах в потоке. Заявка на изобретение Г 01 Т 1/169. – Севастополь: МГИ НАН Украины, – 2009 г., – 28 с.
19. Лукашин И.Ф. Исследования радиоактивности окружающей среды новыми методами и средствами. Доклад на международной научно-технической конференции. "Системы контроля окружающей среды.." – Севастополь. 13 – 17.10.10. – 3 стр.
20. Лукашин И.Ф. Патент на изобретение №84713. «Устройство для подъема глубинной морской воды на поверхность». Зарегистрирован в Государственном реестре патентов Украины на изобретения 25.11.08 г.
21. Лукашин И.Ф. Океанические насосы. ролик DVD. – Севастополь: МГИ НАН Украины. – 2009 г. – 26 мин.
22. Лукашин И.Ф. Подъем глубинных вод в океане насосами для анализа радиоактивности и других целей // Системы контроля окружающей среды / Средства, информационные технологии и мониторинг. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2009. – С. 344 – 346.
23. Лукашин И.Ф., Подварчан М.С Океанические насосы. Проблемы природопользования, устойчивого развития и техногенной безопасности регионов. Материалы пятой международной научно-практической конференции, 06–09.10.09. – Днепр. – 2009. – С. 73 – 74.