

**ПРОГРАММНО – АППАРАТНЫЙ  
КОМПЛЕКС  
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ  
ПРОЦЕДУРЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ  
ЛОКАЛЬНЫХ  
РАДИОАКТИВНЫХ АНОМАЛИЙ  
В ФОРМАЛИЗМЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ  
ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛОЖНЫХ ТРЕВОГ**

*И. 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 анализируются возможности построения программно-аппаратного комплекса для реализации процедуры детектирования и идентификации локальных радиоактивных аномалий на основе принципов быстрой корреляционной спектрометрии в формализме вероятностей обнаружения и ложных тревог. Предложено построение аппаратной части обнаружителя на основе компьютера стандартной комплектации.*

**Введение** Целью обнаружения локальных вариаций полей радиоактивности окружающей среды является выработка и принятие исследовательских, административных, командирских и др. решений. Оно представляет собой более или менее регулярное наблюдение, поиск, детектирование и идентификацию появляющихся отличий в состоянии среды по сравнению с фоновым (в широком смысле) в поле радиоактивности.

Пятно радиоактивного загрязнения в среде со временем (в результате гидрофизических и различных биогеохимических факторов) увеличивается в размерах, дробится на более мелкие пятна, концентрация радионуклидов уменьшается, кроме того сама радиоактивность распадается. Поэтому процесс обнаружения принципиально случайный, статистический.

Формализация этого факта для обнаружителя состоит в следующем [ 1 ]: если в среде находится пятно загрязнения и обнаружитель, то последний может обнаружить сигнал, пропустить его или дать ложную тревогу.

Введение предложенного формализма позволило оценить эффективность проце-

дуры обнаружения локальных радиоактивных аномалий стандартным методом и методом корреляционной спектрометрии. Было установлено, что введение дополнительных параметров фазового пространства гамма-поля, в частности, синхронности проявлений флуктуаций гамма-излучения в спектре, позволяет существенно повысить чувствительность метода и на порядки сократить время экспозиции.

С другой стороны, для реализации предложенного формализма необходимо, на основании предварительных данных о спектральном распределении излучения в среде, выполнить ряд процедур с первичной информацией (таких как коррекция выбросов и сбоев, перекалибровка, просмотр репрезентативных участков временных рядов спектров или осреднение их по отдельным участкам). Для этого необходима импульсная запись первичной спектрометрической информации с последующим управлением выборкой.

**Аппаратная** реализация принципа корреляционной спектрометрии [ 2,3,4 ] представляет собой традиционный набор ядернофизических аппаратных средств для регистрации интенсивности спектрального состава гамма-излучения природных сред в морском исполнении. В состав аппаратных средств входит:

- собственно детектирующая система – сцинтилляционный детектор, ФЭУ, предварительный усилитель сигнала и система питания ФЭУ и усилителя;
- анализатор импульсов ( АИ ), состоящий из усилителя, амплитудно цифрового преобразователя ( АЦП ) и специальной вычислительной техники для построения энергетических спектров излучения, их калибровки и трансформации к удобному виду;
- интерфейс связи АИ с более или менее мощной ЭВМ;
- и, собственно, ЭВМ, позволяющая получать статистические выводы и связи для временных рядов спектров излучения с одного или нескольких детекторов.

В настоящее время в связи с широким и повсеместным использованием компьютеров и их относительной дешевизной все позиции начиная со второй в приведенном списке можно заменить стандартным компьютером с установленным на нем пакетом программ Matlab с моделирующей про-

граммой Simulink [ 5 ]. В этом случае импульсный сигнал с предусилителя вводится на микрофонный вход звуковой карты, внутренний АЦП которой преобразует его в цифровой код, а в Simulink строятся соответствующие дискриминаторы, усилитель и дифференциальные счетчики на 1024 канала для стандартной спектрометрии, и фиксируется номер канала 1024-канального спектрометра, в котором появился импульс и текущее время его появления для поимпульсной записи сигнала. Важно подобрать звуковую карту, мертвое время АЦП которой составляло бы менее 0.5 мкс, с соответствующим масштабом оцифровки временной метки, что, в настоящее время, доступно.

**Программная** часть комплекса состоит из двух пакетов программ, отличающихся принципиально назначением и, соответственно, быстродействием.

Первый содержит пакет программ для приема с АЦП кода амплитуды сигнала, а с таймера кода временной метки поступления характерной особенности амплитуды аналогового сигнала на АЦП (например по достижении 0.7 амплитуды) или появления кода с АЦП и сквозной записи кода сигнала в оперативную память. Важное свойство устройства регистрации сигнала – быстродействие, на уровне 0.5 мкс, – в данном случае несет головная часть этого пакета. Средняя скорость поступления аналоговых сигналов с детекторов составляет для реальных морских условий до 10 имп/с, поэтому условия стандартной спектрометрии нетрудно обеспечить существующими аппаратными средствами. Для обеспечения работы каналов каскадного излучения (время разрешения не хуже 1 мкс) необходимо введение дополнительных АЦП, по одной на канал для регистрации кода сигналов разных каналов путем создания виртуальных микропроцессоров работающих параллельно. Отсутствие пропуска сигналов в этом случае обеспечивает программный дискриминатор импульсов, отбраковывающий импульсы с амплитудами менее ~ 50 кэв.

Второй пакет программ служит для

– организации массивов многомерных временных рядов счетностей спектрального состава излучения природной среды,

– определения параметров спектрального распределения излучения среды и контроля качества статистической информации,

– обнаружения моментов значимых изменений интенсивности излучения, выделения репрезентативного участка изменения, определения его величины и идентификации причины вариации гамма-поля,

– расчета статистических параметров процедуры детектирования и идентификации причины радиоактивной аномалии в формализме вероятностей обнаружения, пропуска сигнала и ложных тревог.

Состав блоков этого пакета и их взаимодействие представлены в виде диаграммы на рисунке. Обращает на себя внимание большое число каналов обратной связи реализующих процедуру управления выборкой блоками выбраковки, перекалибровки и идентификации благодаря заложенной в комплексе поимпульсной записи спектрометрической информации.

**Заключение.** Для реализации процедуры детектирования и идентификации локальных радиоактивных аномалий на основе принципов корреляционной спектрометрии в формализме вероятностей обнаружения и ложных тревог предложено построение аппаратной части обнаружителя на основе стандартной комплектации.

Представлена конфигурация программного обеспечения поимпульсной регистрации излучения для реализации процедуры обнаружения локальных радиоактивных аномалий естественного или искусственного происхождения путем управления выборкой в рамках пакета программ Matlab с моделирующей программой Simulink. Это обеспечение состоит из двух пакетов программ быстрого и медленного, соответственно. Первый предназначен для, собственно, приема спектрометрического сигнала и его записи в базу данных поимпульсной записью в сопровождении метки времени поступления. Второй – осуществляет формирование временных рядов спектров излучения и на основе предварительных данных обработки этих рядов с помощью процедур статистической корректировки, рандомизации и управления выборкой, анализирует статистические выводы и связи относительно флуктуаций варьирующих радиоактивных компонент среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И.Ф. Лукашин. Эффективность процедуры обнаружения локальных радиоактив-

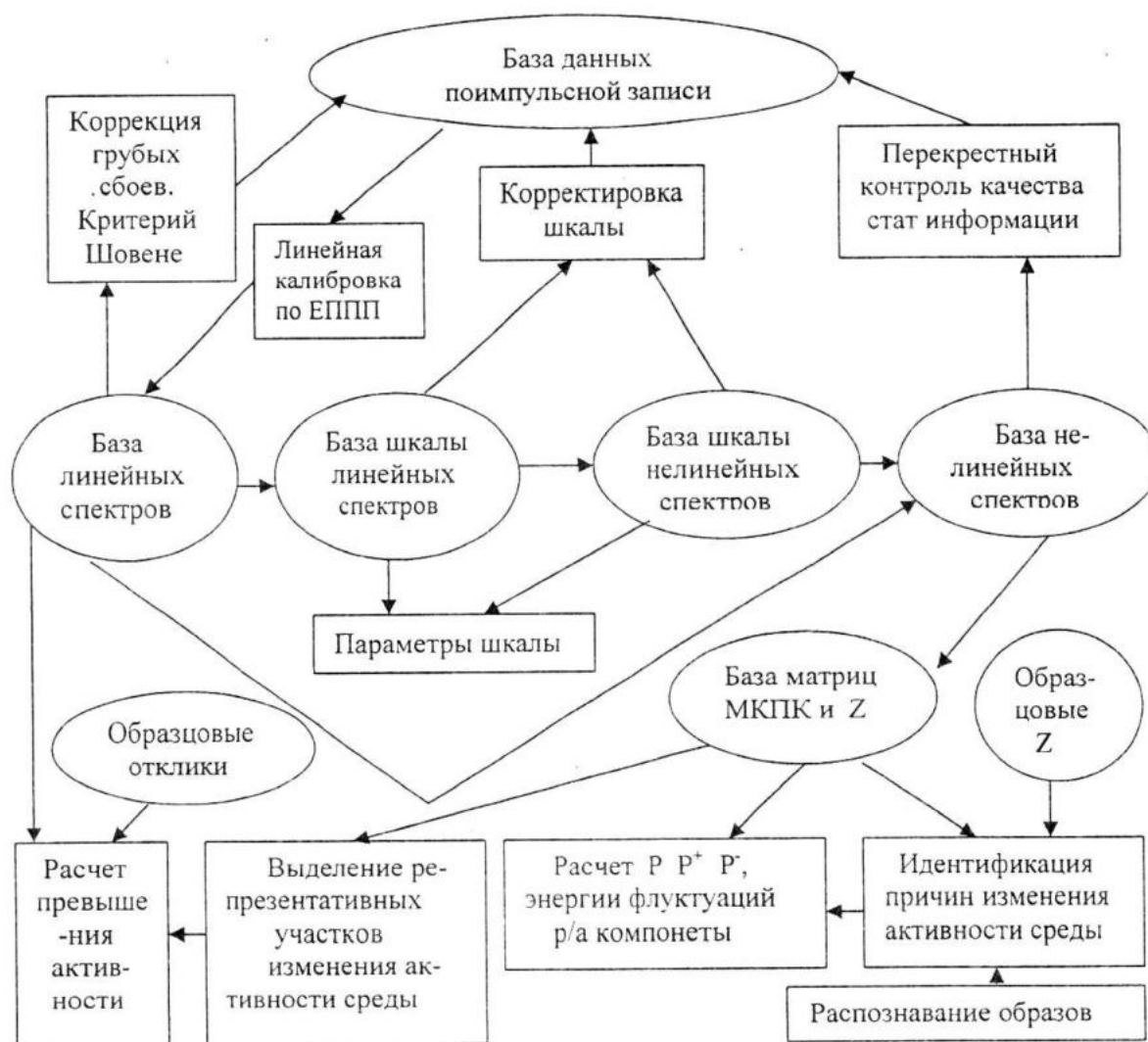


Рисунок – Диаграмма взаимодействия блоков в медленном пакете

ных аномалий., в кн. " Системы контроля окружающей среды. Средства и информационные технологии". Севастополь МГИ НАН Украины, 2006 г. – С. 335 – 337.

2. В.Н. Еремеев, И.Ф. Лукашин, Л.В. Воскресенская. Методы, средства и результаты идентификации флуктуаций естественного поля гамма-излучения морских сред.– Сессия совета по автоматизации научных исследований при Президиуме АН УССР, посвященная методам и средствам обработки спектрометрической информации. 13 - 14 ноября 1986 г. Киев.

3. В.Н. Еремеев, И.Ф. Лукашин, Л.В. Воскресенская, А.П. Корягин, С.А. Дорофеев. Автоматизированная система для корреляционной гамма-спектрометрии морских сред. в сб. Автоматизированные системы сбора и обработки гидрофизической ин-

формации. МГИ АН УССР – С. 17-27. Деп. в ВИНТИ 25.09.87. 36894-В87.

4. И.Ф. Лукашин, Г.Ф. Батраков. Идентификационные возможности корреляционной спектрометрии морской воды., в сб. "Системы контроля окружающей среды. Методические, технические и программные средства. МГИ НАН Украины, Севастополь, 2003. – С. 72 – 78.

5. С.М.Контуш, В.В. Калугин, К.П. Машненко. Оптические приборы для измерения локальных аэрозольных загрязнений с использованием компьютерной обработки данных. тезисы докладов на Второй международной научно-технической конференции "Окружающая природная среда -2007 актуальные проблемы экологии и гидрометеорологии –интеграция образования и науки" Одесса, 26 – 28 сентября 2007. – С. 308.