

УДК 681.5.007

В.В.Горюнов, М.Н.Плавинский (прогр., ЦНИИ РТК), С.А.Половко, к.т.н.

СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА РАДИОАКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЗАРАЖЕННОЙ МЕСТНОСТИ

Современная жизнь неизбежно сопряжена с появлением радиоактивных обломков и образованием зараженных участков местности. Обеспечение безопасности личного состава и населения в этих условиях – важнейшая задача, для решения которой необходимо техническое оснащение армии комплексами радиационной разведки. Такого рода комплексы необходимы и для мирного времени в условиях повышенной вероятности техногенных катастроф и террористических актов. Применение комплексов радиационной разведки требуется при авариях на атомных станциях и заводах по переработке ядерного топлива, при потерях радиоактивных источников и ядерных боеголовок.

Одной из важных задач в данном направлении является создание новых методов гамма-локации и дистанционного радиационного мониторинга, и, на их основе, комплексов радиационной разведки, решающих задачи поиска, обнаружения и определения характеристик радионуклидов, а также построения карт радиационной обстановки с определением координат отдельных источников ионизирующих излучений.

Задача определения местоположения источника ионизирующего излучения состоит из двух частей: поиска (приближенное определение местоположения источника, т.е. оценка курсового угла на источник, расстояние до источника и его активность) и локализации (точное определение координат источника). Для выбора методов решения этой задачи необходимо учесть специфические свойства регистрируемого сигнала (потока гамма-квантов). Специфической особенностью фотонного излучения являются ярко выраженные корпускулярные свойства указанного диапазона электромагнитного излучения и случайный характер регистрируемого сигнала. Регистрируемый сигнал представляет собой точечный пуассоновский процесс с единственным параметром распределения - интенсивностью. Необходима статистическая постановка задач синтеза алгоритмов, при которой исследуется связь плотности распределения вероятности регистрируемого сигнала с искомой совокупностью физических величин. При этом используются методы информационного анализа (в смысле информационных мер Фишера и Кульбака) входных сигналов измерителя для получения количественных оценок объема выборки (времени накопления сигнала), обеспечивающего получение оценок с заданной точностью.

Для решения задачи поиска в состав комплекса радиационной разведки включен датчик угломерного канала, представляющий собой 12 цилиндрических детекторов, расположенных равномерно по окружности. Выходным сигналом этого датчика является 12 точечных пуассоновских случайных процессов, интенсивности которых однозначно определяются активностью источника излучения, расстоянием до источника и курсовым углом между направлением на источник и продольной осью транспортного средства.

Принципиально важным обстоятельством является практическая инвариантность суммарного сигнала с 12 детекторов датчика к курсовому углу. Физические и математические эксперименты подтвердили справедливость этого предположения, отклонения не превосходили 1%. Это позволяет использовать суммарный сигнал с 12 детекторов датчика для решения задач обнаружения источника и измерения расстояния, активности и угла, тем самым разделяется задача измерения расстояния и угла курса.

В основе алгоритма определения курсового угла на источник излучения лежит определение функции максимального правдоподобия, что позволяет получить оценку угла с минимальной дисперсией.

В соответствии с критерием максимального правдоподобия, за оценку курсового угла принимается величина, при которой логарифм совместной плотности распределения функции случайных независимых величин N_i принимает максимальное значение, где N_i ($i = 1..12$) – число гамма-квантов, зарегистрированных на i -ом детекторе.

Для локализации источника излучения на открытой местности, а также в завале и за преградой из строительных материалов применяется угломерное устройство, в основе которого лежит жалюзная угломерная пара. Она представляет собой два детектора гамма-излучения и жалюзный коллиматор, с помощью которого формируется требуемая угловая характеристика измерительного устройства.

Алгоритм оценки угла на источник излучения представляет собой нелинейное уравнение, входными параметрами которого являются количества гамма-квантов, зарегистрированных на обоих детекторах (N_1 и N_2) за заданное время экспозиции. При локализации источника в завале и за преградой необходимо учитывать рассеянную составляющую излучения, в результате чего результирующий сигнал на детекторах будет складываться из двух составных частей: прямого и рассеянного излучения. Для реализации алгоритма оценки угла необходимо задать рабочую характеристику, которая вычисляется, исходя из известных диаграмм направленности детекторов.

При разработке алгоритма важным условием является обеспечение его максимальной эффективности, т.е. возможность достижения точностных характеристик максимально близких к теоретически допустимым. Удовлетворение алгоритма данному условию позволяет обеспечить локализацию источника с требуемой точностью за минимальное время. Исследование точностных характеристик разработанного алгоритма оценки угла на источник излучения показало, что алгоритм позволяет получить оценку угла с точностью, предельно допустимой для данного метода оценки.

В результате проведенных исследований были разработаны алгоритмы, обеспечивающие определение местоположения источника излучения с высокой точностью, а также было проведено математическое моделирование этих алгоритмов, которое подтвердило их высокую эффективность.