

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБНАРУЖЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ, ОПАСНЫХ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Васильев А.В.¹

¹ – Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия», Воронеж, Россия, anvsl@yandex.ru

Аннотация. Разработана блок-схема алгоритма обнаружения импульсного радиоизлучения атмосферных образований квадратурным приемником. Анализируются характеристики оценивания вероятности правильного обнаружения искомого радиоизлучения.

Ключевые слова: атмосферные образования, вероятность обнаружения, моделирование.

Для обеспечения безопасности полетов экипажам воздушных судов необходимо своевременно получать информацию о наличии на маршруте полета опасных атмосферных образований (АО)[1]. Характерным признаком АО является импульсное радиоизлучение с интенсивностью, нарастающей по мере развития АО [2]. Своевременное обнаружение этого излучения на борту воздушного судна позволяет определить степень опасности АО и изменить маршрут полета.

На основании результатов, представленных в [2,3], получена математическая модель процесса обнаружения импульсного радиоизлучения АО квадратурным приемником на фоне шумов аппаратуры, учитывающая совместное распределение начальной фазы и амплитуды принимаемых импульсов, содержащей как регулярную, так и флуктуационную составляющие, а также пуассоновское распределение числа принимаемых импульсов.

Для полученной математической модели разработана обобщенная блок-схема алгоритма обнаружения импульсного радиоизлучения АО в условиях шумов аппаратуры.

В соответствии с разработанным алгоритмом, на основании задаваемых в блоке ввода значений отношения сигнал/шум, вероятности ложной тревоги, среднего числа импульсов, излучаемых АО в единицу времени, а также отношения регулярной составляющей амплитуды радиоимпульсов к среднеквадратическому отклонению ее флуктуационной составляющей, формируются сигнальные составляющие квадратурных каналов с применением генераторов, задающих случайные амплитуды и фазы, с распределениями, соответствующими реальным состояниям АО, а также генератора случайного числа импульсов, подчиняющихся распределению Пуассона[2,3].

Формирование «выходного эффекта» осуществлялось с помощью независимых генераторов случайных чисел с нулевыми средними значениями и единичными дисперсиями, генерирующих нормированные нормальные случайные величины, характеризующие шумовые составляющие квадратурных каналов.

В блоке принятия решения при сравнении «выходного эффекта» с «порогом», формируемым на основании задаваемого значения вероятности ложной тревоги, выносится решение о наличии, либо отсутствии импульсного радиоизлучения АО.

При моделировании в каждой параметрической точке проводилось 10^2 серий по 10^6 измерений, на основании которых оценивались вероятности правильного обнаружения: их средние значения и дисперсии[4].

Получены результаты моделирования – зависимости средних значений и дисперсий оценок вероятности правильного обнаружения принимаемых импульсов радиоизлучения АО от отношения сигнал/шум для различных случаев приема радиоимпульсов:

- со случайными начальными фазами и детерминированными амплитудами;
- со случайными начальными фазами и амплитудами;

со случайными начальными фазами и амплитудами, содержащими как регулярную, так и флуктуационную составляющие.

Результаты показывают, что среднее значение оценки вероятности правильного обнаружения возрастает, а ее дисперсия уменьшается с увеличением отношения регулярной составляющей амплитуды радиоимпульсов к среднеквадратическому отклонению ее флуктуационной составляющей при неизменных остальных параметрах, так как приводит к увеличению отношения сигнал/шум.

Уменьшение среднего значения оценки вероятности правильного обнаружения и возрастание ее дисперсии, наблюдается с уменьшением вероятности ложной тревоги, так как в этом случае требуется увеличение «порога».

Таким образом, проведено статистическое моделирование процесса обнаружения импульсного радиоизлучения АО на фоне шумов аппаратуры при различных априорных распределениях параметров принимаемых сигналов, соответствующих реальным состояниям АО. Полученные результаты моделирования позволяют оценивать эффективность приема импульсного радиоизлучения АО для реальных практически важных ситуаций.

Литература

1. Физические и метеорологические условия, приводящие к поражению самолетов атмосферно-электрическими разрядами вне кучево-дождевых облаков : методическое письмо. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 24 с.
2. Качурин Л.Г., Дивинский Л.И., Иванов Б.Д. Излучение конвективных облаков в метровом диапазоне / Л.Г. Качурин, Л.И. Дивинский, Б.Д. Иванов // Известия АН СССР. ФАО, 1979. Т.10. №11. С.724-730.
3. Васильев А.В. Обнаружение и распознавание уровня активности источника пуассоновского импульсного радиоизлучения / Г.С. Нахмансон, А.В. Васильев // Успехи современной радиоэлектроники, 2010. №11. С.34-39.
4. Быков В.В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике. М.: Советское радио, 1971. 328с.

MODELING OF DETECTION ATMOSPHERIC FORMATIONS PROCESS WHICH IS DANGEROUS FOR AIRCRAFTS

Vasilyev A.V.¹

¹ – *Military training-scientific centre of Air Force «Air Force Academy», Voronezh, Russia, anvsl@yandex.ru*

Abstract. Blok-diagram of the detection algorithm of pulse radio emission of atmospheric formations by quadrature receiver was developed. Estimation characteristics of correct detection probability of the puls radio emissions are analyzed.

Key words: atmospheric formations, correct detection probability, modeling.