

РАЗРАБОТКА БОРТОВОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

Мигас О.В.,

Научный руководитель – к.т.н., доцент Васильева И.К.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

61070, г. Харьков, ул. Чкалова, 17, migas.o@yandex.ua

In the work questions of small aircraft flights safety due to timely detection of dangerous hydrometeors are considered. The analysis of informational content of relative polarization characteristics of hydrometeorological formations has been carried out. The structural scheme of the device implementing an algorithm for recognizing object classes for the most informative characteristics has been proposed. The analysis of modern element base enabling practical realization of the developed device has been made.

Данная работа посвящена исследованию задач обеспечения безопасности полетов самолетов малой авиации. Безопасность полетов непосредственно зависит от погодных условий. Известно, что в ряде случаев ухудшение погодных условий приводят к авиационным катастрофам. К числу опасных гидрометеорологических образований (ГМО), осложняющих или делающих невозможным полет самолета, относятся многократные электрические разряды в виде молний, механические повреждения фюзеляжа градом, обледенение самолета при вынужденном длительном полете в переохлажденном дожде, резкое ухудшение видимости в сильных ливнях. Для обеспечения безопасности полетов необходимо, чтобы процедуры обнаружения и распознавания классов ГМО выполнялись оперативно и с максимально возможной достоверностью принятых решений.

Целью данной работы является повышение безопасности полетов за счет применения бортового устройства обнаружения и распознавания опасных ГМО. Для достижения поставленной цели необходимо проанализировать и выбрать наиболее информативные относительные поляризационные признаки

(ПП) ГМО различных классов; разработать алгоритм распознавания и на основании полученных результатов разработать структуру устройства, реализующего данный алгоритм; выполнить анализ современной элементной базы и сделать рекомендации относительно ее выбора с учетом требований, предъявляемых к устройству.

Задача классификации ГМО сводится к разработке алгоритма определения физических характеристик объектов наблюдения по данным дистанционного зондирования, полученным с помощью бортовых радиолокационных систем. Непосредственно измеряемые элементы поляризационной матрицы рассеяния (ПМР) \hat{S} (амплитуды и фазы сигналов) существенно зависят от расстояния до объекта, количества частиц в объеме ГМО и распределения частиц по размерам, поэтому в качестве классификационных предпочтительнее использовать относительные ПП.

Для выявления наиболее информативных признаков использовался критерий оценки вероятности ошибки распознавания. При оценке информативности были использованы данные моделирования элементов ПМР ГМО классов $\{a_k\}$, $k = 1 \dots 4$: дождь, ливень, гроза и град. Полученные данные пересчитывались в значения относительных ПП, составляющих первичное пространство признаков $\{x_j\}$. По результатам статистического анализа выборочных значений ПП различных классов были получены их эталонные описания $\hat{f}(x_j|a_k)$ на базе нормального закона распределения $N(x_j; \hat{m}_k, \hat{\sigma}_k)$. На основании оценок вероятностей ошибок распознавания по критерию максимального правдоподобия были выбраны наиболее информативные ПП: дифференциальная отражаемость

$$Z_{dr} = 10 \log \left(\frac{Z_H}{Z_V} \right), \quad (1)$$

где Z_H , Z_V – показатели радиолокационного отражения для горизонтально и вертикально поляризованных волн, соответственно, и линейное деполаризационное отношение при горизонтальном зондировании

$$LDR_h = 10 \log \left(\frac{|\dot{S}_{HV}|^2}{|\dot{S}_{HH}|^2} \right); \quad (2)$$

где \dot{S}_{HH} , \dot{S}_{HV} - элементы ПМП \dot{S} .

Эти ПП связаны с формой частиц и не зависят от их количественной концентрации.

На основе полученных экспериментальных результатов выполнена разработка структурной схемы бортового устройства, реализующего разработанный алгоритм распознавания классов ГМО (рис. 1).

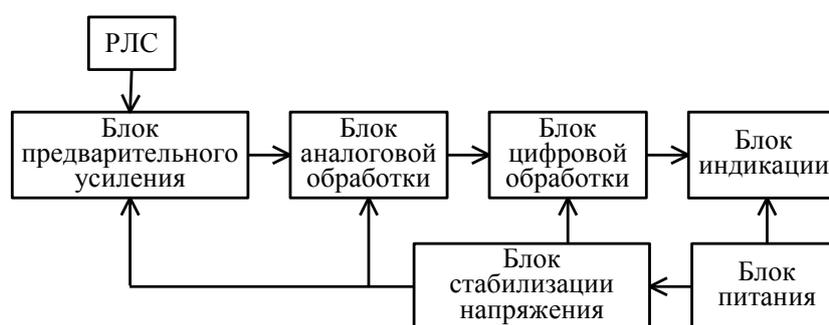


Рис. 1 – Структурная схема устройства распознавания классов ГМО

Принятые сигналы от радиолокационной станции предварительно усиливаются. Затем в блоке аналоговой обработки выполняется расчет ПП по формулам (1), (2). Значения Z_{dr} и LDR_h передаются в блок цифровой обработки, где вычисляются правдоподобия классов и принимается решение о классе ГМО в соответствии с принятым решающим правилом. Информация о классе объекта и, соответственно, степени опасности отображается на индикаторе.

В работе проведен статистически-информационный анализ относительных поляризационных признаков классов ГМО, по результатам которого выявлены наиболее информативные ПП. Разработан алгоритм распознавания классов ГМО, представляющих угрозу для безопасности полетов. На основе разработанного алгоритма предложена структурная схема бортового устройства обнаружения и распознавания классов ГМО. Выполнен анализ современной элементной базы, которая позволяет реализовать разрабатываемое устройство.