

# ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ШИРОКОПОЛОСНЫХ РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РАДИОМОНИТОРИНГА КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

*Чжо Зин Тант, магистрант*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
Институт информационных технологий,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Бойкачев Л.Б. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ*

The relevance of the use of digital broadband radio receiving devices for radio monitoring of control channels of unmanned aerial vehicles is presented.

С увеличением числа беспилотных летательных аппаратов (БЛА) коммерческого типа растет и потенциальная угроза их применения с целью разведки или уничтожения различных объектов таких как административные здания, аэропорты, вокзалы, заправочные станции, заводы, места скопления людей, военные объекты и т.д. Обнаружение и защита от БЛА становятся критически важными задачами. Применение современных цифровых радиоприемных устройств предоставляет новые возможности для обнаружения и мониторинга радиочастотного пространства, что может помочь в обнаружении и предотвращении применения БЛА в запретных зонах [1].

Возможность коммерческих цифровых приемников обнаруживать радиосигналы имеет прямое отношение к разработке и совершенствованию систем радиочастотного мониторинга и контроля. Понимание эффективности приемников в обнаружении слабых или зашифрованных радиосигналов, характерных для управления БЛА, является необходимым условием для обеспечения безопасности и стабильности работы таких систем. Актуальность и обоснованность применения цифровых приемников коммерческого типа для обнаружения каналов управления БЛА ярко выражено при проведении современных военных конфликтов по всему миру.

Представленное в работе исследование представляет значимость в области безопасности, военных технологий, а также промышленности и науки в целом. Результаты исследования могут стать основой для разработки новых алгоритмов обнаружения и анализа радиочастотных сигналов, а также помогут оптимизировать существующие системы обнаружения и защиты от потенциальных угроз применения БЛА для разведывательных действий или нанесения ущерба как военным, так и гражданским объектам [1].

Для решения задач, отмеченных выше, на основе цифрового широкополосного радиоприемника HackRF One, разработано устройство радиомониторинга каналов управления БЛА.



Рисунок 1 Устройство радиомониторинга каналов управления БЛА

Устройство радиомониторинга каналов управления БЛА, позволяет производить обнаружение, каналов управления, телеметрии и видео передачи БЛА в спектральной области с использованием алгоритмов быстрого преобразования Фурье (БПФ) [2]. При прослушивании радиоэфира радиосигнал поступает на вход приемных антенн, где далее усиливается приемным устройством HackRF One и оцифровывается с помощью модуля обработки данных [3].

Полученные дискретные отсчеты в модуле обработки данных подвергаются обработке БПФ формируя на выходы спектрограмму. Используя пороговый метод обработки данных и устройство принятия решения минимизирующее средний риск принятия решений об обнаружении, по анализу спектрограммы формируется адаптивный порог, превышение которого сигнализирует о наличии радиосигнала. Далее проводится оценка несущей частоты и полосы обнаруженного сигнала [4].

Вышеперечисленная конфигурация обеспечивает селекцию каналов управления, телеметрии и видео передачи БЛА в пространстве радиотехнического наблюдения, обеспечивая обнаружение и определение координат летательного аппарата на дальности до 500 м как днем, так и ночью без применения дополнительного маломощного усилителя.

Таким образом, сформулированные аналитические математические модели РТУ позволяют точно оценить характер изменения входных и передаточных характеристик РТУ за счет получения аналитического представления процесса влияния различных факторов на характеристики РТУ.

#### Список использованных источников:

1. Макаренко, С. И., Тимошенко, А. В., Васильченко, А. С. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. – № 1. – С. 109–146.
2. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс ; пер. с англ. под ред. А. А. Бритова. – 2-е изд. – М. : ООО Бинум-Пресс, 2006. – 656 с.
3. Метрология и радиоизмерения / В.И. Нефедов [и др.] / под ред. В.И. Нефедова.— М.: Высшая школа, 2003.
4. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы / С.И. Баскаков.— М.: Высшая школа, 2000.