

УДК 004.451.7

МЕТОДЫ ПОДАВЛЕНИЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ РАДИОСИСТЕМ

Шевяков А.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Кузнецов А.Ю.
(Университет ИТМО)

В данной работе рассматриваются вопросы применения современных программно-определяемых радиосистем с целью постановки различных видов заградительной помехи в режиме реального времени. Данный комплекс позволяет обеспечить установку помехи вне зависимости от частотного диапазона работы каналов связи беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Введение. В настоящее время для подавления каналов радиосвязи БПЛА применяются классические методы установки заградительной помехи, которая может быть представлена в виде сигнала с линейно-частотной модуляцией или в виде шумового сигнала с разными характеристиками.

Современные БПЛА могут использовать различные каналы связи для передачи сигналов управления, телеметрии и полезных данных. Беспилотные летательные аппараты несут за собой угрозы безопасности для защищаемой территории, так как позволяют нести на себе устройства для негласного съема информации по различным каналам утечки, в том числе применяться для получения полезной информации, которая содержится в паразитных электромагнитных излучениях от средств вычислительной техники. Для предотвращения утечки информации могут применяться различные способы запрета или ограничения полетов БПЛА, начиная от организационных мер, которые в настоящий момент не эффективны в рамках противодействия беспилотным летательным аппаратам, заканчивая системами на основе лазеров, физического воздействия на беспилотные летательные аппараты.

В данной работе предлагается использование обнаружителя БПЛА на основе анализа радиоканала совместно с системами программного радио для подавления основных каналов управления, навигации и передачи данных между пилотом БПЛА и летательным аппаратом. Современные системы подавления каналов связи представлены как интеллектуальные системы, так и классические варианты систем радиоэлектронного подавления ближнего радиуса действия.

Основная часть. В данной работе предлагается метод генерации селективной заградительной помехи в диапазонах работы беспилотных летательных аппаратов на основе анализа возможных диапазонов работы БПЛА.

С помощью методов обнаружения сигналов в частотном диапазоне работы БПЛА определяются характеристики канала передачи данных и в режиме реального времени генерируются следующие виды заградительной помехи: шумовая помеха по ширине канала на основе ГПСЧ, шум с нормальным распределением (по Гауссу), шум с непрерывным равномерным распределением, линейно-частотный модулированный сигнал с разной частотой задающего сигнала. Селективная помеха позволяет усилить спектральную плотность напряженности электрического поля и увеличить эффективность подавления за счет уменьшения канала постановки заградительной помехи.

В ходе работы были проведены испытания на подавления каналов передачи сигналов управления и видеоданных на следующих БПЛА: DJI Mavic Mini, DJI Mavic 2 Pro, Turnigy 9x. Для эксперимента выдвигались следующие условия: уровень сигнала не менее 6 дБ над уровнем шума радиоприемника, пульт управления и летательный аппарат разнесены на равное расстояние от радиосистемы. Уровень выходной мощности подавителя не более 27 дБм (0.5 Вт). В ходе испытаний были определены наиболее эффективные методы подавления по

расстоянию и по времени нарушения канала передачи данных (потеря сигналов навигационных систем, прекращение потоковой передачи видео, нарушение управления БПЛА).

Выводы. В результате были получены сравнительные результаты по мощности и дальности подавления различных БПЛА с разными алгоритмами постановки заградительной помехи. Наибольшую эффективность показала помеха с линейно-частотной модуляцией с частотой смены несущей от 123 до 260 кГц. Таким образом данный метод подавления может применяться совместно с обнаружителем БПЛА для снижения общего уровня излучения от подавителя беспилотных летательных аппаратов.

Система показала свою эффективность на расстоянии до 200 метров при данном уровне выходной мощности. В дальнейшем планируется реализация подавителя БПЛА на основе программных радиосистем на основе спуфинга, т.е. передачи ложных данных видео и управления.

Шевяков А.Д. (автор)

Кузнецов А.Ю. (научный руководитель)