

Каналы управления беспилотными объектами

УДК 621.396.93

Л.М. ЖУРАВЛЁВА, профессор кафедры “Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте” ФГАОУ ВО “Российский университет транспорта” доктор технических наук, **Д.В. ДЕНЕЖКИН**, доцент кафедры “Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте” кандидат технических наук, **А.А. БОРОЗДИН**, аспирант кафедры “Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте”, **А.О. ФИЛИППОЧКИНА**, аспирант кафедры “Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте”

Каналы управления беспилотными объектами *Control Channels for Unmanned Objects*

В работе рассмотрены различные варианты организации каналов управления беспилотными объектами. Отмечена актуальность темы, связанной с широким использованием беспилотных объектов — воздушных, наземных, надводных, подводных — в разных областях хозяйственной деятельности (видеонаблюдение, телекоммуникационные системы, управление транспортом и другие).

В зависимости от физической среды и условий функционирования беспилотных объектов меняются виды каналов управления и структура связи. Так, для воздушных могут быть использованы радиоканалы и оптические в инфракрасном диапазоне, для надводных и подводных излучения ультрафиолетовых длин волн.

Каналы управления могут работать самостоятельно или на базе существующей инфраструктуры. Это относится, например, к наземным станциям низкоорбитальных группировок или сетям мобильной связи с технологиями LTE, 4G, 5G.

Для железнодорожного транспорта оптимальным вариантом управления и контроля безопасности движения является организация комбинированного канала. В структуру комбинированного канала входят мобильная и спутниковая связь, которые позволяют осуществлять управление движением поездов в беспилотном режиме на основании данных мониторинга сети железных дорог.

The paper examines various options for organizing command-and-control channels for unmanned platforms. The relevance of the topic is emphasized due to the widespread deployment of unmanned platforms — airborne, ground-based, surface, and underwater — in multiple sectors of economic activity (video surveillance, telecommunications systems, transport management, etc.).

Depending on the physical medium and the operating conditions of a unmanned platforms, the types of control channels and the communication architecture vary. For example, airborne unmanned platforms may employ radio-frequency links as well as optical links in the infrared band, whereas surface and underwater platforms may use ultraviolet-wave-length radiation.

Control channels can operate as standalone solutions or be implemented on top of existing infrastructure. This applies, for instance, to ground stations of low-Earth-orbit satellite constellations or to cellular networks based on LTE/4G/5G technologies.

For railway transport, the most effective approach to control and to operational safety assurance is to deploy a hybrid (combined) channel. The hybrid channel structure integrates cellular and satellite communications, enabling unmanned train operation based on railway network monitoring data.

Ключевые слова: каналы управления, беспилотные объекты, радиосвязь, атмосферная оптическая связь.

Keywords: *command-and-control channels, unmanned platforms, radio communications, free-space optical communications.*

Введение

В современном мире значительно увеличилось количество областей хозяйственной деятельности, использующих беспилотные аппараты (БПА). К беспилотным аппара-

там можно отнести воздушные — беспилотные летательные аппараты (БПЛА), наземные, надводные и подводные БПА, широко применяемые для различных целей.

Беспилотные летательные аппараты активно используются в

системах видеонаблюдения за безопасностью стратегических объектов, в телекоммуникационных системах для ретрансляции сигналов, в качестве базовых станций в сетях мобильной связи.

**Статью целиком читайте
в бумажной версии журнала**