

Надежность и долговечность железобетонных конструкций мостов определяется не только условиями их эксплуатации, но и современным и качественным проведением работ по диагностике и ремонту. Выполнение этих мероприятий позволяет не только выявить степень их износа, но и определить причины их появления. Оценка прочности и надежности железобетонных конструкций даст возможность рассматривать различные стратегии эксплуатации мостовых сооружений.

#### Список литературы

- 1 Строительство и восстановление искусственных сооружений : материалы Междунар. науч.-техн. конф. : в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. А. Г. Гордюка ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2013.– 323 с.
- 2 Прочность, трещиностойкость и долговечность конструкционного бетона при температурных и коррозионных воздействиях : монография: В 2 ч. Ч. 2 / С. Н. Леонович, Д. А. Литвиновский, О. Ю. Чернякевич, А. В. Степанова ; под ред. С. Н. Леоновича. – Минск: БНТУ, 2016.– 204 с. – ISBN 978-985-550-925-8 (Ч. 2).
- 3 **Доломанюк, Р. Ю.** Функция изменения физико-механических свойств бетона во времени в зависимости от периодов увлажнения на территории Республики Беларусь / Р. Ю. Доломанюк // Современные научные исследования и разработки. – М., 2019. – 359 с.
- 4 **Доломанюк, Р. Ю.** Влияние коэффициента влажности на глубину карбонизации железобетонных элементов мостовых сооружений / Р. Ю. Доломанюк // Современные проблемы науки и образования: вопросы теории и практики : материалы Междунар. науч.-практ. конф. НИЦ ПНК, 30 апр. 2019 г. / ред. кол.: Р. Р. Галлямов, А. А. Бельцер, Ю. А. Кузнецова, О. А. Подкопаев. – Самара : Поволжская научная корпорация, 2019. – 232 с.

УДК 355.442:623.746.4-519

### ВАРИАНТ ИСПОЛНЕНИЯ ГИБРИДНОГО КОМПЛЕКСА ЗАЩИТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОДАВЛЕНИЯ И МЕХАТРОНИКИ ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БПЛА

*К. В. ДРОБЫШЕВСКИЙ, Д. Д. ЛЕМЕШЕВ, М. Е. ТОЛСТОЛЕС  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Использование беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) в самых разнообразных сферах – от военных действий и разведки до коммерческих перевозок и мониторинга – переживает экспоненциальный период роста. Эта тенденция, несомненно, несет значительные преимущества, но одновременно порождает серьезные угрозы. Актуальность использования гибридных комплексов защиты от БПЛА сегодня достигла своего пика. Традиционные системы противовоздушной обороны в ряде случаев показывают свою неэффективность против широкого спектра БПЛА [1], поэтому в данной статье хотелось бы поговорить о таком способе защиты как гибридный комплекс защиты от БПЛА, рассмотреть его общий принцип действия.

Комплекс представляет собой интегрированную систему противодействия БПЛА и объединяет в себе два ключевых направления: электромагнитное подавление сигналов управления и мехатронические системы физического перехвата. Такой подход обеспечивает многоуровневую защиту критически важных объектов от различных типов угроз, включая разведывательные, диверсионные и ударные БПЛА. Вариант исполнения электромагнитной и мехатронической системы подавления может быть различным и включать в себя различные виды исполнения комплекса: как мобильный, так и стационарный. Рассмотрим общий принцип работы гибридного комплекса.

**Составляющая электромагнитного подавления** основана на принципе генерации мощных электромагнитных импульсов для нарушения каналов связи между оператором и БПЛА. Спектр ее воздействия охватывает основные частотные диапазоны управления современными дронами и системами навигации. Эффективность системы обеспечивает надежное подавление на расстояниях до нескольких километров в зависимости от конфигурации;

**Мехатронический компонент** комплекса включает автоматизированные системы физического перехвата и нейтрализации БПЛА. Система использует высокоточные сенсоры для обнаружения и отслеживания целей, а также управляемые механизмы для их захвата или вывода из строя. Интеграция с системой электромагнитного подавления позволяет сначала дезориентировать дрон, а затем осуществить его физический перехват.

**К основным компонентам гибридной системы относятся:**

- радиолокационная станция (обнаруживает и отслеживает цели на дальних дистанциях);
- генератор электромагнитного излучения (ЭМИ) (создает импульсы для подавления управления);
- система наведения (точно наводит перехватчик на цель);
- механизм захвата (осуществляет физический перехват и нейтрализацию БПЛА).

Основные технические характеристики гибридного комплекса представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики гибридного комплекса

| Параметр              | Значение        | Примечание                          |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Дальность обнаружения | До 15 км        | В зависимости от типа БПЛА          |
| Радиус подавления     | До 10 км        | Зависит от мощности генератора      |
| Время реакции         | 2–5 с           | Зависит от обнаружения до активации |
| Точность наведения    | $\pm 0,5^\circ$ | Обеспечивает надежный перехват      |

Исходя из анализа технических характеристик, к преимуществам гибридного исполнения комплексов защиты от БПЛА можно отнести:

– многоуровневую защиту (комбинированное воздействие комплекса повышает вероятность успешного противодействия БПЛА);

– универсальность (комплекс эффективен против различных типов БПЛА и тактик их применения);

– надежность (отказ одного компонента комплекса не приводит к полной потере защиты).

Применять и развертывать комплекс можно:

– стационарно (устанавливать на критически важных объектах: аэропорты, электростанции, военные базы и др.);

– мобильно (разворачивать на защищаемых территориях с возможностью быстрого перемещения);

– интегрировать в сети (объединять несколько комплексов в единую систему для защиты больших площадей).

В заключение можно отметить, что гибридный комплекс защиты с электромагнитным подавлением и мехатроникой представляет собой современное, эффективное решение для противодействия угрозе БПЛА. Комбинированный подход обеспечивает надежную многоуровневую защиту критически важных объектов, адаптируясь к постоянно развивающимся угрозам. Система демонстрирует высокий потенциал для развития и внедрения в различные сферы обороны и безопасности.

#### Список литературы

1 Будущее за гибридными комплексами»: какие новейшие российские средства ПВО могут усилить защиту от БПЛА. – URL: <https://russian.rt.com/russia/article/721792-bpla-borba-radar-pvo> (дата обращения: 01.10.2025).

УДК 656.2.073.436

## МЕЖВЕДОМСТВЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИ ИНЦИДЕНТЕ С ПЕРЕВОЗКОЙ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЗЛЕ

*К. В. ДРОБЫШЕВСКИЙ, Н. В. СМЕЯН, М. И. ЧЕРНЮКЕВИЧ*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Перевозка опасных грузов по железным дорогам является не только критически важным, но и в то же время потенциально опасным процессом. Железнодорожные узлы как сложные логистические и инфраструктурные центры представляют собой места повышенной опасности, где любой инцидент с перевозкой опасных грузов может иметь различные последствия – от экологического ущерба до угрозы жизни и здоровью населения. Эффективное реагирование на такие чрезвычайные ситуации напрямую зависит от слаженности и оперативности взаимодействия многочисленных структур, задействованных в процессе [1].

Например, если мы рассмотрим такой вариант развития событий, как крушение или сход вагонов, перевозивших токсическое химическое вещество, в пределах железнодорожного узла вблизи жилой застройки и автодороги, то возможными его последствиями станут утечка, пожар, заражение воздуха/воды, эвакуация близлежащего проживающего населения, нарушение движения как поездов, так и автомобильного транспорта. В данном случае целью взаимодействия становится быстрая локализация и минимизация вреда для людей и окружающей среды; координация действий силами подразделений по чрезвычайным ситуациям (далее – МЧС), транспортных операторов, службы движения для восстановления движения железнодорожного и автомобильного транспорта; работа медицинских служб по приёму и оказанию медицинской и психологической помощи пострадавшим, организация мобильных пунктов помощи. Немаловажную роль во всем этом будет играть и информационное обеспечение населения о состоянии экологической безопасности в районе аварии и ходе