

**ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МАГИСТРАЛЯХ**

*С.В. Швецова*

Дальневосточный государственный университет путей сообщения

Кандидат техн. наук *А.В. Швецов*

**ХФ ФГУП «Защита Инфо Транс Министерства транспорта Российской Федерации»**

*Проблема обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте стала еще острее с началом эксплуатации в России высокоскоростного железнодорожного транспорта. Крушение высокоскоростного поезда неминуемо приведет к многочисленным человеческим жертвам, принесет большой экономический ущерб, а также, нанесет значительный ущерб имиджу высокоскоростного железнодорожного транспорта как наиболее безопасного из существующих в настоящее время. Реагирование на угрозы безопасности высокоскоростных магистралей (ВСМ) требует особого внимания и оперативности. В настоящем исследовании разработана система дистанционного оперативного реагирования на угрозы транспортной безопасности ВСМ. Принцип действия системы основан на применении автоматизированных дрон-станций обеспечивающих прибытие в течение 10 минут беспилотного летательного аппарата к месту инцидента на ВСМ, инцидентом может являться фиксация системой видеонаблюдения факта проникновения нарушителя на высокоскоростную магистраль или срабатывание периметровой охранной сигнализации. Разработка системы выполнена на примере ВСМ Москва – Санкт-Петербург.*

**Ключевые слова:** транспортная безопасность; высокоскоростные магистрали; беспилотные летательные аппараты.

**APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES  
FOR ENSURING TRANSPORTATION SECURITY ON RAILWAY HIGH SPEED  
SYSTEMS**

*S.V. Shvetsova*

Far East State Transport University

Ph.D. (Tech.) *A.V. Shvetsov*

**HF FGUP "Zashchita info trans of the Ministry of Transport of the Russian Federation"**

*The problem of ensuring security in rail transport has become even more acute with the start of operation of high-speed rail transport in Russia. The collapse of a high-speed train will inevitably lead to numerous casualties, bring great economic damage, and also cause significant damage to the image of high-speed rail transport as the safest at present. Responding to high-speed rail systems (HSRS) security threats requires special attention and speed. In the present study, a system of remote operational response to the threats to the transport security of high-*

*speed lines was developed. The principle of the system is based on the use of automated drone stations providing an unmanned aircraft arriving within 10 minutes to the scene of an incident on the high-speed rail, the incident may be a video surveillance system recording the fact of intruders entering a high-speed backbone or triggering a perimeter security alarm. The development of the system is made on the example of the HSRS Moscow - St. Petersburg.*

**Keywords:** transport security; high-speed highways; unmanned aerial vehicles.

## 1. Введение

В результате анализа данных из источников [1-9] установлено, что за всю историю эксплуатации высокоскоростного железнодорожного транспорта, на ВСМ было совершено 34 акта незаконного вмешательства (АНВ), в результате которых произошло 8 крушений высокоскоростных поездов. В работе сформирована статистика по АНВ на ВСМ (табл. 1).

Таблица 1

Статистика актов незаконного вмешательства на ВСМ

Страна	Количество инцидентов	% от общего числа	Погибших	Раненых
Германия	10	29.4%	0	0
Франция	10	29.4%	5	37
Испания	8	23.4%	0	0
Великобритания	3	8.8%	0	1
Швейцария	1	2.9%	0	0
Япония	1	2.9%	0	0
Италия	1	2.9%	0	0
Итого:	34	100.0%	5	38

Анализ статистических данных представленных в базе данных Международного союза железных дорог (UIC) [9] показал, что:

- 85.2% АНВ совершено на ж.д. пути и в скоростных поездах;
- при АНВ в 44.4% случаев были использованы взрывные устройства (ВУ) а в 5.8% случаев были удалены соединительные крепления рельс, в результате произошло 8 крушений поездов.

Существование угрозы совершения актов незаконного вмешательства на ВСМ требует разработки новых научно-обоснованных методов защиты [10-16].

В качестве одного из таких методов предлагается обеспечивать транспортную безопасность на ВСМ с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Беспилотные летательные аппараты в настоящее время имеют также ряд других обозначений, среди которых наиболее распространенными являются беспилотники или дроны.

Применение дронов, для контроля безопасности по всей протяженности ВСМ, до настоящего времени ограничивалось как дальностью их полета, в среднем 10-15 км, так и

временем нахождения в воздухе, в среднем 30-60 мин (дроны вертолетного типа). Более высокой дальностью полета и временем нахождения в воздухе обладают дроны самолетного типа, но их применение для целей антитеррористической защиты ВСМ ограничивается тем что они не могут зависать над местом с которого поступил тревожный сигнал, что в свою очередь не позволяет вблизи и с разных углов рассмотреть место инцидента и определить было или нет заложено ВУ.

В результате можно сделать вывод, что практическое применение дронов для контроля безопасности на ВСМ до настоящего времени сдерживалось следующими факторами:

- дальность полета дрона (вертолетного типа) на расстоянии не более 10-15 км от базы;
- необходимость участия людей в запуске дрона;
- временем нахождения в воздухе, в среднем 30-60 мин.

## 2. Система дистанционного оперативного реагирования на угрозы транспортной безопасности ВСМ

Для решения задачи по практическому применению дронов при обеспечении безопасности на ВСМ, в настоящем исследовании разработана система дистанционного оперативного реагирования на угрозы транспортной безопасности ВСМ (далее - система). Базовым элементом системы являются дрон-станция (рис. 1) дислоцируемые по всей протяженности ВСМ через определенное расстояние.



Рис. 1. Дрон станция:  
А – с закрытым куполом; В – с открытым куполом и вылетающим дроном

### 2.1. Описание системы

Разработка системы выполнена на примере ВСМ Москва – Санкт-Петербург.

Схема разработанной системы дистанционного оперативного реагирования на угрозы транспортной безопасности ВСМ Москва – Санкт-Петербург показана на рис. 2.

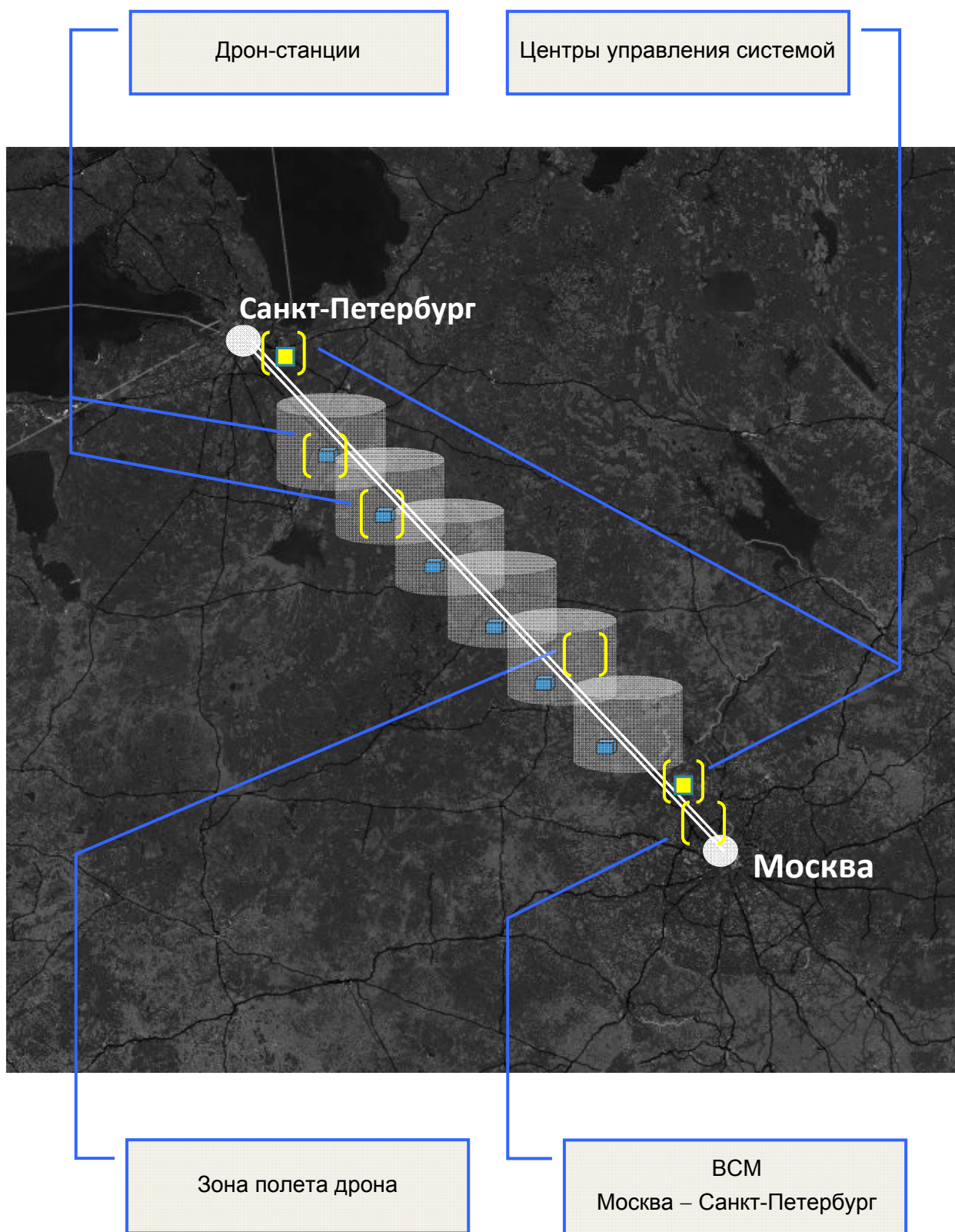


Рис. 2. Система дистанционного оперативного реагирования на угрозы транспортной безопасности VCM Москва - Санкт-Петербург

Предлагаемая структура системы позволяет диспетчеру оперативно в течении 10-15 мин. осмотреть при помощи видеокамеры установленной на дроне место проникновения нарушителя на ВСМ практически по всей ее протяженности. Осмотр при помощи дрона, позволит диспетчеру детально рассмотреть участок пути, на который проник нарушитель, с расстояния несколько метров под разными углами. Осмотр позволит оперативно принять решение, существует или нет необходимость, направлять на место инцидента оперативную группу сотрудников службы безопасности и останавливать движение поездов на данном участке пути.

*Структура системы:*

- дрон-станции;
- дроны;
- центры управления системой;
- программное обеспечение;
- автономные площадки, для размещения дрон-станций вдоль ВСМ.

*Условия функционирования системы:*

При применении в качестве основного элемента системы дрон-станций Airobotics platform система сохраняет работоспособность в следующих условиях воздействия внешних факторов:

- скорости ветра до 10 м/с;
- температуры воздуха до минус  $(30 \pm 4)$  °С;
- температуры воздуха до плюс  $(50 \pm 5)$  °С;
- влажность до 100% при температуре  $(35 \pm 2)$  °С;
- ртутном атмосферном давлении от 645 до 790 мм.

*Функциональность системы:*

- стационарное базирование и подзарядка дронов;
- дистанционное управление дроном с компьютера (пульта управления) диспетчера расположенного в центре управления системой;
- дистанционная передача видеосигнала с дрона на компьютер (пульт управления) диспетчера расположенный в центре управления системой.

Дрон-станция защищает дрон закрывающимся куполом от внешних воздействий таких как кражи, дождь, снег и ветер. Взлет дрона осуществляются после открытия купола. Посадка дрона может производиться как диспетчером, так и автоматически в режиме "автопилот". Функция автоматической замены аккумулятора позволяет системе функционировать в автоматическом режиме до нескольких месяцев. На дроне в постоянном режиме устанавливаются стандартная и инфракрасная видеокамеры обеспечивающие при полете дрона потоковое видео в режиме on-line, как в дневное так и в ночное время.

Для расчета расстояния на котором необходимо устанавливать дрон-станции, относительно друг друга, вдоль всего пути ВСМ, был выполнен расчет основанный на данных о максимальной дальности полета планируемых к применению дронов.

Для расчета были применены следующие исходные условия:

- размещение дрон-станции должно обеспечивать возможность осмотра с применением дрона любого участка ВСМ, т.е. не должно быть участков не достигаемых дронами;
- подлет дрона к месту инцидента должен обеспечиваться не более чем за 10 минут.

При осуществлении расчета использовались технические характеристики дрона модель Airobotics.

Характеристики дрона:

- максимальная скорость, 65 км/ч;
- время необходимое на открытие купола и взлет дрона, 3 мин.;
- максимальная дальность полета, до 25 км;
- время нахождения в воздухе, до 60 мин.

Расчет осуществлен с применением формулы:

$$D = \frac{R_M}{2} - T_V, \quad (1)$$

где  $D$  – дистанция между дрон-станциями;

$R_M$  – максимальное расстояние полета дрона (согласно технических характеристик дрона Airobotics);

$T_V$  – время необходимое диспетчеру на осмотр места инцидента (= 5 мин. установлено экспериментально).

Согласно проведенного авторами расчета по формуле (1) дистанция между дрон-станциями должна быть не более 10 км.

### 3. Заключение

Чтобы решить проблему практического применения дронов для обеспечения безопасности ВСМ, в настоящем исследовании разработана система дистанционного оперативного реагирования на угрозы транспортной безопасности ВСМ. Проектирование осуществлено на примере ВСМ Москва – Санкт-Петербург. Система предусматривает стационарное базирование дронов вдоль всей протяженности ВСМ в дрон-станциях. Предложенное решение может быть применено и на других ВСМ.

Применение спроектированной в исследовании системы позволит обеспечить более оперативное реагирование на сигналы об угрозах для безопасности на ВСМ.

Система кроме своего прямого назначения, дополнительно может использоваться техническими службами ВСМ для обследования пути и сооружений, а также спасательными и специальными службами при проведении спасательных и других операций вблизи от ВСМ.

### Литература

1. Setola, R. Critical infrastructure dependency assessment using the input–output inoperability model / R. Setola, S.De Porcellinis, M. Sforza // International Journal of Critical Infrastructure Protection. – 2009. – Vol. 2. – P. 170–178.
2. Ackerman, G. Comparative Analysis of VNSA Complex Engineering Efforts / G. Ackerman // Journal of Strategic Security. – 2016. – Vol. 9. – P. 119–133.
3. De Cillis, F. Analysis of Criminal and Terrorist Related Episodes in Railway Infrastructure Scenarios / De Cillis F, De Maggio MC, Pragliola C, Setola R // Journal of Homeland Security and Emergency Management. – 2013. – 10(2): 1–30.
4. Edwards, FL. Emergency Management Training for Transportation Agencies / Edwards FL, Goodrich DC, Griffith J // Mineta Transportation Institute Report. – 2016. – 12-70. San Jose, California: Mineta Transportation Institute.
5. Standberg, V. Rail bound traffic – a prime target for contemporary terrorist attacks / V. Standberg // Journal of Transportation Security. – 2013. – Vol. 6. – P. 271–286.
6. Dietrich B, Iff S, Profelt J et al. Development of a Local Air Surveillance System for Security Purposes: Design and Core Characteristics. European Journal for Security Research. – 2017. doi: 10.1007/s41125-017-0015-7
7. Polunsky, SM. Homeland security and Texas' high-speed rail. Journal of Transportation Security. – 2017. doi: 10.1007/s12198-017-0180-y

8. Larcher, M. Effectiveness of finite-element modelling of damage and injuries for explosions inside trains / M. Larcher, R. Forsberg, U. Björnstig // Journal of Transportation Safety and Security. – 2015. – Vol. 8. – P. 83–100.

9. База данных Международного союза железных дорог (UIC) [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://uic.org/highspeed>

10. Лёвин Б.А. Дистанционно-пилотируемые летательные аппараты и безопасность пути / Б.А. Лёвин, А.С. Бугаев, С.И. Ивашов, В.В. Разевиг // Мир Транспорта. – 2013. – № 2. – С. 152–157.

11. Lievin B.A. Prospects of High Technologies in the Remote Diagnosis of the Track / B.A. Lievin, B.L. Nedorchuk // Journal of Information Technology and Applications. – 2015. – Vol. 5. – Num. 1. – P. 65-71.

12. Малыгин И.Г., Сильников М.В. Применение интеллектуальных систем транспортной безопасности в мегаполисах: проблемы и перспективы//Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2014. – №3-4. – С. 76–82.

13. Makhutov N. Risk monitoring and forecasting for complex safety systems of transport infrastructure and vehicles //Quality of Life Research. – 2014. – № 3.– С. 11.

14. Швецов А.В. Направления реформирования системы обеспечения транспортной безопасности в Российской Федерации / А.В. Швецов, А.С. Балалаев, С.В. Швецова // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2018.

15. Швецов А.В., Швецова С.В. Повышение эффективности обеспечения транспортной безопасности в Российской Федерации // «Современные технологии управления транспортным комплексом России: Инновации, эффективность, результативность»: матер. Перв. нац. науч.-практ. конф. – Москва: РУТ (МИИТ). - 2018.

16. Швецова С.В. Повышение эффективности управления безопасностью перевозок на высокоскоростном железнодорожном транспорте // «Научно-техническое и социально-экономическое развитие транспорта и промышленности стран АТР»: матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Хабаровск: ДВГУПС. - 2018

### Сведения об авторах

**Швецова Светлана Валерьевна**, аспирант ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», 680038, Хабаровск, ул. Серышева, д. 47, тел: 8-924-315-58-73, e-mail: [techzdservis@mail.ru](mailto:techzdservis@mail.ru)

**Швецов Алексей Владиславович**, начальник отдела транспортной безопасности ХФ ФГУП «Защита Инфо Транс Министерства транспорта Российской Федерации», 680038, Хабаровск, ул. Волочаевская, д. 188, тел: +7-925-050-7409, e-mail: [transport-safety@mail.ru](mailto:transport-safety@mail.ru)