



Анализ безопасности при перевозке грузов беспилотными летательными аппаратами



Светлана ШВЕЦОВА



Алексей ШВЕЦОВ

*Швецова Светлана Валерьевна –
Дальневосточный государственный университет
путей сообщения (ДВГУПС), Хабаровск, Россия.
Швецов Алексей Владиславович – Северо-
Восточный федеральный университет (СВФУ),
Якутск, Россия*.*

Современные транспортные компании во всём мире активно изучают возможность внутригородских перевозок грузов с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Цель настоящего исследования – выявление существующих проблем на пути полномасштабного внедрения БПЛА в производственный цикл логистических центров, осуществляющих грузоперевозки в современных мегаполисах, а также направлений их решения.

Проведённое с применением методов сравнительного анализа и обобщения исследование показало, что основным препятствием на пути применения беспилотных летательных аппаратов в сфере доставки грузов в настоящее время остаётся нерешённая проблема безопасности при движении БПЛА в условиях городской среды.

В статье был проведён анализ реализуемых в мире программ обеспечения безопасности полётов БПЛА. Среди рассмотренных программ: U-Space (программа реализуется Европейской комиссией и другими участниками); NASA Unmanned Aircraft System Traffic Management (программа реализуется NASA и Федеральным авиационным управлением США); European Aviation Safety Agency drone categories (программа реализуется Европейским агентством по авиационной безопасности (EASA)); Urban Traffic Management of Unmanned Aircraft

System (программа реализуется Научно-исследовательским институтом управления воздушным движением (ATMRI) и другими участниками). Проведённый анализ показал, что в данных программах большое внимание уделено предотвращению столкновения БПЛА с другими воздушными транспортными средствами, но при этом практически не уделяется внимание тому, что маршруты полёта беспилотных летательных аппаратов будут пересекаться с наземными транспортными магистралями.

Проведённый в статье анализ позволяет сделать вывод, что одним из направлений решения проблемы внедрения БПЛА в сферу доставки грузов является разработка новой концепции безопасности движения БПЛА в городских условиях, в которой будет учтена угроза столкновения грузовых БПЛА не только с воздушными транспортными средствами, но и с наземными. Концепция должна определить требования к технологии безопасного пролёта беспилотников над наземными транспортными магистралями, включая шоссе, высокоскоростные железные дороги и т.д. Разработка такой концепции станет переломным моментом для начала полномасштабного применения БПЛА как нового и эффективного средства доставки грузов в условиях города, что, в свою очередь, позволит создать в городах транспортную инфраструктуру следующего поколения.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, беспилотник, дрон, перевозка грузов БПЛА, безопасность, авиация, городской транспорт.

*Информация об авторах:

Швецова Светлана Валерьевна – аспирант Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС), Хабаровск, Россия, transport-safety@mail.ru.

Швецов Алексей Владиславович – кандидат технических наук, доцент Северо-Восточного федерального университета (СВФУ), Якутск, Россия, zit-otb@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 13.06.2019, актуализирована 25.09.2019, принята к публикации 01.10.2019.

For the English text of the article please see p. 292

ВВЕДЕНИЕ

Беспилотный летательный аппарат (другие обозначения: БПЛА, беспилотник, дрон) согласно определению, одобренному Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) — «воздушное судно без пилота, которое полностью дистанционно управляется из другого места (с земли, с борта другого воздушного судна, из космоса), либо запрограммировано и полностью автономно» [1].

В последние несколько десятилетий БПЛА были внедрены в различные отрасли промышленности для различных применений. Среди тех, кто применяет эту технологию, есть и транспортные компании.

Несомненным преимуществом этого способа доставки является более высокая скорость доставки, независимость от пробок, сокращение вовлечённого персонала.

Одним из пионеров доставки грузов с применением БПЛА выступила компания Amazon, разработавшая концептуальную систему доставки товара покупателям под названием «Prime Air» [2].

«Prime Air» позиционируется как сервис, который позволит компании доставлять посылки весом до пяти фунтов (2,268 кг) в течение 30 минут и менее, используя беспилотники вертолётного типа (рис. 1). Доставку грузов планируется осуществлять в районах в радиусе 16 километров от логистических центров компании.

7 декабря 2016 года Amazon впервые осуществил доставку груза с использованием сервиса «Prime Air» в Кембридже (Великобритания).

В 2017 году компания Matternet (США) представила разработку в сфере срочной доставки грузов медицинского назначения беспилотными летательными аппаратами, состоящую из дрон-станции «Station Matternet» и дрона «M2 Drone» [3]. Значимость данной разработки заключается, в первую очередь, в том, что она нацелена на экстренную доставку органов для трансплантации, лабораторных образцов и других грузов медицинского назначения, скорость и надёжность доставки которых является жизненно важной для пациентов лечебных учреждений. При этом именно такой способ, не зависящий от внутригородских пробок, по мнению разработчи-



Рис. 1. Беспилотник сервиса «Prime Air», осуществляющий доставку груза [2].

ков, способен обеспечить надёжную и, главное, быструю доставку.

С 10 декабря 2018 года компания Matternet начала перевозить беспилотниками лабораторные образцы из Университетской больницы Цюриха в кампус Цюрихского университета. «Лабораторные образцы смогут добраться до места назначения по воздуху вдвое быстрее, чем по дорогам Цюриха — сэкономленное время может оказаться неоценимым для пациентов, врачей и других медицинских работников» [3].

Необходимо отметить, что, несмотря на все достоинства применения беспилотных летательных аппаратов в сфере доставки грузов, внедрение данной технологии в настоящий момент, как правило, происходит только в рамках экспериментов и небольших стартапов.

Цель настоящего исследования — выявить существующие проблемы на пути внедрения БПЛА в производственный цикл существующих логистических центров, осуществляющих грузоперевозки в современных мегаполисах, а также предложить направления их решения.

БЕЗОПАСНОСТЬ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК БПЛА

Согласно информации, приведённой в источнике [4], в ближайшее время в России в соответствии с подготовленной Министерством транспорта России «дорожной картой» планируется предоставить владельцам беспилотников право на перевозку грузов на коммерческой основе.

Сейчас в соответствии с действующим законодательством в Российской Федерации беспилотники не имеют права совершать коммерческие перевозки, что становится одной из причин возникновения «серых» схем в данном секторе.

Ожидается, что программа, предусматривающая создание условий для коммерческого





Рис. 2. Беспилотник «Почты России», разбившийся при пробной доставке почтовой корреспонденции [8].

использования БПЛА, уже в ближайшем будущем будет разработана Минтрансом России. При этом владельцам беспилотников не потребуется регистрировать авиакомпанию и оформлять сертификат эксплуатанта, так как сертификат можно будет получить по упрощённой схеме. Требования к безопасности полёта останутся стандартными.

При этом анализ источников [5–12] позволяет сделать вывод, что именно обеспечение безопасности можно рассматривать как одну из главных проблем, задерживающих внедрение беспилотников на рынке доставки грузов.

К примеру, в 2018 году ФГУП «Почта России» провела пробную доставку почтовой корреспонденции грузовым беспилотным летательным аппаратом. Испытания закончились аварией, БПЛА потерял управление, столкнулся со зданием и упал на землю [8] (рис. 2).

ПРОГРАММЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ БПЛА: МИРОВОЙ ОПЫТ

В настоящее время в мире разрабатывается ряд программ, направленных на обеспечение безопасной эксплуатации беспилотных летательных аппаратов, в их числе нижеперечисленные:

1. U-Space.

Наиболее значимой программой интеграции беспилотных летательных аппаратов, осуществляемой в настоящее время в Европе, считается инициатива U-Space [9], являющаяся частью совместного проекта исследований «Единого европейского неба» (SESAR). SESAR — это государствен-

но-частное партнёрство с участием Европейской комиссии, Евроконтроля и ряда поставщиков аэронавигационного обслуживания и заинтересованных сторон отрасли. Эти игроки развивают концепцию «U-Space», включающую набор сервисов с цифровым управлением, которые позволят выполнять сложные масштабные беспилотные операции, учитывать высокий уровень автономности в сложных (особенно городских) условиях.

2. NASA Unmanned Aircraft System Traffic Management.

NASA сотрудничает в программе Unmanned Aircraft System Traffic Management с Федеральным авиационным управлением США. Цель программы — разработка систем управления движением гражданских БПЛА для обеспечения полётов в воздушном пространстве на небольшой высоте [10]. В проекте используется поэтапный подход, который предусматривает четыре последовательных уровня технологических возможностей. Предыдущие демонстрации в рамках программы включали полёты в малонаселённых районах и в умеренно населённых районах. Заключительный этап программы позволит осуществлять операции в густонаселённых (то есть городских) районах и справляться с большими объёмами трафика. Подробная информация о проекте доступна на веб-сайте NASA [10].

3. European Aviation Safety Agency drone categories.

Европейское агентство по авиационной безопасности (EASA) находится в процессе разработки новых правил [11], касающихся негосударственного использования БПЛА, и базируется на подходе, основанном на оценке риска, который разбивает БПЛА на три основные категории:

- Открытая: это категория с наименьшим риском, сертифицированные по этой категории БПЛА будут работать в соответствии с определёнными принципами без необходимости получения разрешения от контролирующего органа для выполнения данной операции.

- Специфическая: категория повышенного риска, требующая авторизации для развёртывания БПЛА / типа развёртывания. Это означает, что должна проводиться оценка риска с учётом возможностей дро-

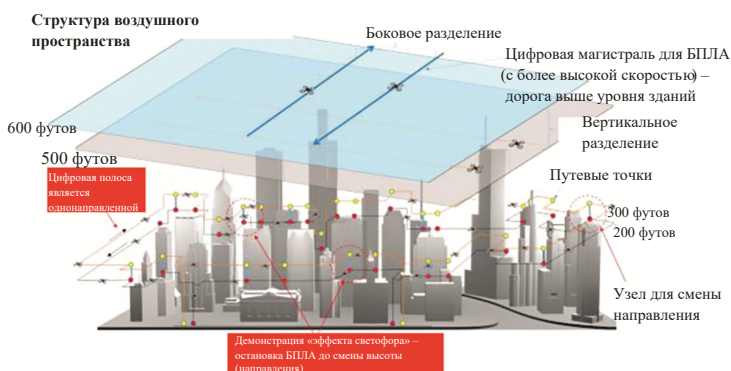


Рис. 3. Иллюстрация структуры управления городским движением БПЛА в воздушном пространстве Сингапура, разрабатываемая NTU [12].

на, оператора, окружающей среды и конкретной задачи.

- Сертифицированная: категория наивысшего риска, предусматривающая, что дрон и оператор должны быть сертифицированы соответствующим контролирующим органом.

Различные варианты использования БПЛА могут включать все три категории. Часть задачи включает в себя интеграцию различных профилей риска для БПЛА, выполняющих миссии различных типов.

4. Urban Traffic Management of Unmanned Aircraft System (UTM-UAS).

Исследователи из Наньянского технологического университета (Nanyang Technological University (NTU)) работают над созданием системы управления движением беспилотных летательных аппаратов [12] для того, чтобы БПЛА могли эффективно и безопасно летать в воздушном пространстве Сингапура (рис. 3). Данная программа сфокусирована на таких областях, как интеллектуальная и безопасная маршрутизация, системы обнаружения и предотвращения и управления движением для координации воздушного движения.

Проект возглавляется Научно-исследовательским институтом управления воздушным движением (ATMRI), объединённым исследовательским центром NTU и Управлением гражданской авиации Сингапура (CAAS). Руководителем исследовательской программы является профессор NTU Лоу Кин Хуат (Low Kin Huat), эксперт в области робототехники и беспилотных летательных аппаратов из Школы машиностроения и аэрокосмической техники.

Сравнительный анализ и обобщение информации, представленной в перечисленных выше программах, показывает, что основной применяемый в них принцип безопасности – это выбор маршрутов для полёта БПЛА над такими территориями города, аварийное падение на которые не причинит ущерба или причинит наименьший ущерб. К таким территориям относятся водоёмы, парки и т.д. Также большое внимание в программах уделено предотвращению столкновения БПЛА с другими воздушными транспортными средствами, но при этом практически не уделяется внимание тому, что маршруты полётов не только любительских, но и грузовых БПЛА будут пересекаться с наземными транспортными магистралями, к примеру, шоссе и железными дорогами, в т.ч. и высокоскоростными. Аварийное падение грузового беспилотника на транспортную магистраль может привести к катастрофическим последствиям, например, ДТП на скоростном шоссе или аварии на высокоскоростной железной дороге.

Так в качестве примера исследования возможных последствий аварии с участием БПЛА можно привести тест британских учёных, проведённый в лаборатории исследовательского центра авиации в Фарнборо (Англия). Тест был проведён с использованием пневматической пушки, беспилотных летательных аппаратов, а также кабин вертолёта и авиалайнера [13].

Проведённый тест позволил установить, что даже небольшой любительский беспилотник может представлять серьёзную опасность, и, что более тяжёлые, но





Рис. 4. Беспилотник, пробивающий лобовое стекло кабины авиалайнера в процессе проведения теста [13].

всё более широко используемые БПЛА могут разбить лобовое стекло авиалайнера при столкновении на высотах и скоростях, типичных для самолёта, совершающего заход на посадку (рис. 4). При этом необходимо учитывать, что такая скорость вполне сопоставима со скоростью движения высокоскоростного поезда, а структура и форма кабины авиалайнера также во многом аналогичны кабине высокоскоростного поезда.

«Хотя существующая вероятность столкновения беспилотников с другими транспортными средствами кажется низкой» [14], его последствия согласно исследованиям [15–18] могут быть достаточно серьёзными (рис. 5), особенно если учитывать, что вес профессиональных дронов достигает десятков килограммов и некоторые из них работают на жидком топливе [19].

Также, можно привести ряд примеров столкновения БПЛА и наземных транспортных средств, в том числе с поездами [21] и автомобилями [22; 23]. «Беспилотник столкнулся с автомобилем на автомагистрали А99 близ г. Гермеринг, Бавария. Ни водитель, ни пассажир машины не пострадали, однако авария нанесла ущерб передней части транспортного средства. Пилот беспилотника сдался полиции после своего обращения к прессе, однако настаивает, что в столкновении виновата техническая проблема с беспилотником. Мужчина, 51-летний житель Мюнхена, сказал полиции, что беспилотник потерял управление из-за технического дефекта или сбоя передачи сигнала управления. БПЛА весом 1,2 кг, который



Рис. 5. Авиалайнер, получивший повреждения при столкновении с беспилотником [20].

был запущен в нескольких километрах от места происшествия, в мюнхенском районе Нойаубинг, приземлился на автомагистрали, в результате чего автомобиль въехал прямо в него. В настоящее время полиция проводит расследование на предмет опасных помех для дорожного движения» [22]. Это не первый случай аварий с участием БПЛА на автомагистралях Германии [23], в результате в настоящее время введён запрет на полёты беспилотников над автобанами [23].

«Такие события могут быть вызваны ошибкой пилота или технической неисправностью с самим беспилотником. Не только операторы любители, но и даже профессиональные операторы могут допускать ошибки при пилотировании» [18].

«Необходимо отметить, что серьёзную угрозу для безопасности при эксплуатации беспилотников представляет кибервмешательство, такое, как перехват канала управлением БПЛА» [24], а также радиочастотные помехи, приводящие к потере оператором контроля над летательным аппаратом [25–26].

В настоящее время «БПЛА всё ещё являются развивающейся областью авиации с большим количеством факторов неучтённого риска» [18].

Выводы

Проведённый анализ показал, что существует необходимость разработки концепции безопасности полётов грузовых беспилотников в условиях городской среды, в которой будет уделено особое внимание угрозе столкновения БПЛА с другими транспортными средствами.

Концепция должна, в том числе, определять требования к технологии безопасного полёта беспилотников над транспортными магистралями, включая шоссе, высокоскоростные железные дороги и т.д. Разработка такой концепции станет переломным моментом для начала полномасштабного применения БПЛА как нового и эффективного средства доставки грузов, что позволит создать в городах транспортную инфраструктуру следующего поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Unmanned Aircraft Systems Advisory Group (UAS-AG). Официальный сайт ICAO. [Электронный ресурс]: [https://www.icao.int/safety/UA/Pages/Unmanned-Aircraft-Systems-Advisory-Group-\(UAS-AG\).aspx](https://www.icao.int/safety/UA/Pages/Unmanned-Aircraft-Systems-Advisory-Group-(UAS-AG).aspx). Доступ 17.05.2019.
2. Prime Air. Официальный сайт компании «Amazon». [Электронный ресурс]: <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>. Доступ 10.06.2019.
3. Matternet. Официальный сайт компании «Matternet». [Электронный ресурс]: Retrieved from <https://mtr.net/product>. Доступ 10.06.2019.
4. Правительство планирует внедрить интеллектуальные системы управления наземным движением. Официальный сайт Минтранса РФ. [Электронный ресурс]: <https://www.mintrans.ru/press-center/branch-news/1342>. Доступ 17.05.2019.
5. Швецов А. В., Швецова С. В., Балалаев А. С. Направление реформирования системы обеспечения транспортной безопасности в Российской Федерации // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. — 2018. — № 3. — С. 81–87.
6. Швецов А. В., Швецова С. В. Регулирование в сфере транспортной безопасности // Повышение эффективности транспортной системы региона: проблемы и перспективы: Матер. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Хабаровск: ДВГУПС, 2015. — С. 268–273.
7. 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. — М.: РУТ (МИИТ), 2018. — С. 226–232.
8. Почтовый дрон сбили военные глушилки? [Электронный ресурс]: <https://daily03.ru/news/pochtovyi-dron-sbili-voennye-glushilki.html>. Доступ 10.06.2019.
9. SESAR2020. Официальный сайт EUROCONTROL [Электронный ресурс]: <https://www.eurocontrol.int/esar2020>. Доступ 10.06.2019.
10. Unmanned Aircraft System Traffic Management. Официальный сайт National Aeronautics and Space Administration (NASA). [Электронный ресурс]: <https://utm.arc.nasa.gov/index.shtml>. Доступ 17.05.2019.
11. Civil drones (Unmanned aircraft). Официальный сайт European Aviation Safety Agency. [Электронный ресурс]: <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas#group-easa-related-content>. Доступ 10.06.2019.
12. NTU to develop traffic management solutions so drones can fly safely in Singapore's airspace. Официальный сайт Nanyang Technological University. [Электронный ресурс]: <http://news.ntu.edu.sg/Pages/NewsDetail.aspx?URL=http://news.ntu.edu.sg/news/Pages/NR2016Dec28.aspx&Guid=20327ba4-b019-4a38-a86f-47e64d89ba0d&Category=All>. Доступ 10.06.2019.

13. UK test flies drones into damaging collisions with aircraft. Crikey. [Электронный ресурс]: <https://blogs.crikey.com.au/planetalking/2017/07/23/uk-test-flies-drones-into-damaging-collisions-with-aircraft/>. Доступ 15.05.2019.

14. Dourado, E., Hammond, S. Do consumer drones endanger the national airspace? Evidence from wildlife strike data. Mercatus Center, George Mason University, Arlington and Fairfax, Virginia, 2016.

15. Small remotely piloted aircraft systems (drones): Mid-air collision study. Report by QinetiQ, Natural Impacts commissioned by the Department for Transport, the Military Aviation Authority and British Airline Pilots' Association, 2016. [Электронный ресурс]: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/628092/small-remotely-piloted-aircraft-systems-drones-mid-air-collision-study.pdf. Доступ 15.05.2019.

16. Schroeder, K., Song, Y., Horton, B., Bayandor, J. Investigation of UAS ingestion into high-bypass engines. Part II: Drone parametric study. 58th AIAA/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference, 2017.

17. Song, Y., Horton, B., Bayandor, J. Investigation of UAS Ingestion into High-Bypass Engines. Part I: Bird vs. Drone. 58th AIAA/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference, 2017.

18. Wild, G., Murray, J., Baxter, G. Exploring civil drone accidents and incidents to help prevent potential air disasters. Aerospace, 2016, Vol. 3, Iss. 3, pp. 22–32.

19. Huttunen, M. Civil unmanned aircraft systems and security: The European approach. Journal of Transportation Security, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12198-019-00203-0>. Доступ 25.09.2019.

20. В Мексике дрон врезался в самолет, когда он заходил на посадку. Фокус. [Электронный ресурс]: <https://focus.ua/world/414989-v-meksike-dron-vrezalsya-v-samolet-kogda-on-zaxodil-na-posadku/>. Доступ 15.05.2019.

21. Flying Scotsman hit by drone on North York Moors. The Telegraph. [Электронный ресурс]: <https://www.telegraph.co.uk/news/uknews/road-and-rail-transport/12196992/Flying-Scotsman-hit-by-drone-on-North-York-Moors.html/>. Доступ 15.05.2019.

22. Drone crashes into car on Autobahn outside Munich. The Local. [Электронный ресурс]: <https://www.thelocal.de/20170130/drone-collides-with-car-on-motorway/>. Доступ 15.05.2019.

23. Autobahn driver suffers drone windscreen smash. The Local. [Электронный ресурс]: <https://www.thelocal.de/20150522/drone-smashes-into-car-windscreen-on-autobahn/>. Доступ 15.05.2019.

24. Altawy, R., Youssef, A. M. Security, privacy, and safety aspects of civilian drones: a survey. ACM Transactions on Cyber-Physical Systems, 2016, Vol. 1, Iss. 2, Article No. 7.

25. Huttunen, M. Drone Operations in the Specific Category: A Unique Approach to Aviation Safety. The Aviation & Space Journal, 2019, Vol. 18, No. 2, pp. 2–21. [Электронный ресурс]: <http://www.aviationspacejournal.com/wp-content/uploads/2019/08/The-Aviation-Space-Journal-Year-XVIII-April-July-2019-1.pdf>. Доступ 25.09.2019.

26. Klenka, M. Major incidents that shaped aviation security. Journal of Transportation Security, 2019, Vol. 12, Iss. 1–2, pp. 39–56.

