

УДК 623.746  
ББК 68.53  
Д59

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Martin J. Dougherty  
DRONES. AN ILLUSTRATED GUIDE TO THE UNMANNED AIRCRAFT THAT ARE FILLING OUR SKIES

© 2015 Amber Books Ltd + This translation of title of the Work first published in 2015  
is published by arrangement with Amber Books Ltd.

Под общей редакцией главного специалиста  
ОКБ ОАО «Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля» В.В. Жукова

**Догерти, Мартин.**  
Д59 Дроны: первый иллюстрированный путеводитель по БПЛА / Мар-  
тин Догерти ; [пер. с англ. В. Бычковой, Д. Евтушенко]. – Москва :  
Эксмо, 2018. – 224 с. : ил. – (Война высоких технологий).

Совсем недавно беспилотники-дроны были персонажами фантастических романов, но войны последних лет вывели эти высокотехнологичные аппараты в фокус всеобщего внимания. Разведка и картография, доставка грузов и связь, а теперь еще и непосредственное боевое применение — БПЛА (беспилотные летательные аппараты) постепенно вытесняют человека с поля боя за консоль компьютера.

Первый в России иллюстрированный альбом о беспилотниках рассказывает об истории создания и эволюции этих аппаратов, демонстрирует основные принципы их работы и управления ими, представляет самые известные на сегодня и перспективные модели дронов. Более 200 цветных фотографий и схем идеально иллюстрируют и дополняют доступные, но при этом подробные и технически безупречные описания.

Альбом «Дроны» познакомит вас:

- с новейшими моделями разведывательных БПЛА, включая RQ-4 Global Hawk
- с боевыми дронами, их вооружением и тактикой применения
- с подводными и космическими беспилотниками, а также
- с БПЛА, работающими в мирных областях — сельском хозяйстве и метеорологии, в охране природы и других отраслях.

УДК 623.746  
ББК 68.53

Научно-популярное издание  
ВОЙНА ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Мартин Догерти**

**ДРОНЫ**

**Первый иллюстрированный путеводитель по БПЛА**

Ответственный редактор К. Субботин. Редактор Н. Гордиенко  
Научный редактор В. Жуков. Переводчики В. Бычков, Д. Евтушенко, О. Сердюцкая  
Художественный редактор К. Гусарев. Корректор Е. Будаева

В оформлении переплета использованы фотографии: Keith Tarrier, Mopic / Shutterstock.com  
и иллюстрация: Podsolnukh / Shutterstock.com  
Используется по лицензии от Shutterstock.com

ООО «Издательство «Эксмо»  
123308, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел.: 8 (495) 411-68-86.  
Home page: [www.eksmo.ru](http://www.eksmo.ru) E-mail: [info@eksmo.ru](mailto:info@eksmo.ru)  
Юридический адрес: «ЭКСМО» АҚБ Баспасы, 123308, Мәскеу, Ресей, Зорге көшесі, 1 үй.  
Тел.: 8 (495) 411-68-86.  
Home page: [www.eksmo.ru](http://www.eksmo.ru) E-mail: [info@eksmo.ru](mailto:info@eksmo.ru)

Тәуар белгісі: «Эксмо»

Интернет-магазин: [www.book24.kz](http://www.book24.kz)

Интернет-дүкен: [www.book24.kz](http://www.book24.kz)

Импортёр в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы».  
Қазақстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.  
Дистрибьютор и представитель по прямому претензии на продукцию,  
в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»  
Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды  
қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС,  
Алматы қ., Домбровский көш., 3-а, литер Б, офис 1.  
Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92; E-mail: [RDC-Almaty@eksmo.kz](mailto:RDC-Almaty@eksmo.kz)  
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы ақпарат сайтта: [www.eksmo.ru/certification](http://www.eksmo.ru/certification)  
Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ  
о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Эксмо»  
[www.eksmo.ru/certification](http://www.eksmo.ru/certification)  
Өңірден мемлекет: Ресей. Сертификация қарастырылмаған

Подписано в печать 06.09.2018. Формат 84x108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 23,52.

Доп. тираж 1000 экз. Заказ



ISBN 978-5-699-91329-9



9 785699 913299 >

ISBN 978-5-699-91329-9

EKSMO.RU  
новинки издательства



В электронном виде книги издательства вы можете  
купить на [www.litres.ru](http://www.litres.ru)

ЛитРес:  
СВОЯ КНИГА ДЕЙСТВИТЕЛЬНО



© Бычкова В., Евтушенко Д., перевод с английского, 2016  
© Сердюцкая О., перевод с английского, 2016  
© Издание, оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2018

# Содержание

Введение	6
<b>ВОЕННЫЕ БЕСПИЛОТНЫЕ АППАРАТЫ</b>	37
Введение	38
Ударные беспилотные аппараты	76
Разведывательные БПЛА особой дальности	106
Дальние беспилотные разведчики	116
Беспилотные разведчики средней дальности	130
Винтокрылые беспилотные аппараты	142
Транспортные и многоцелевые БПЛА	150
Малые разведывательные БПЛА	158
Крылатые ракеты	174
<b>ГРАЖДАНСКИЕ БЕСПИЛОТНЫЕ АППАРАТЫ</b>	180
Введение	182
Беспилотные аппараты НАСА	186
БПЛА для сельского хозяйства и охраны природы	192
Необитаемые подводные аппараты	196
Экспериментальные БПЛА	204
Космические беспилотные аппараты	208
Будущее	214
Сокращения	218
Алфавитный указатель	219

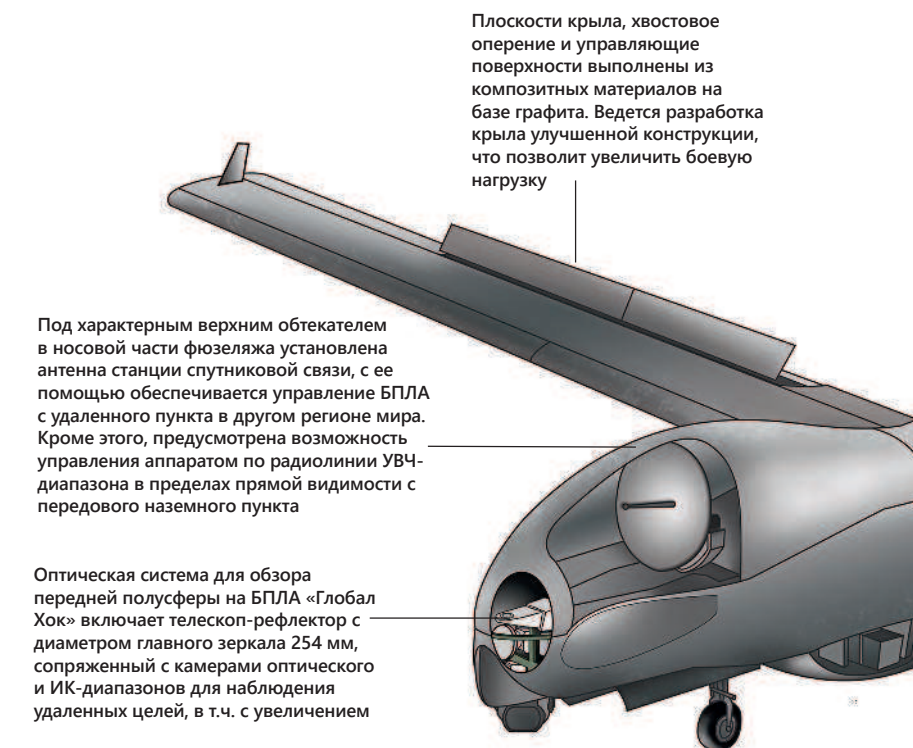
# Введение

Несколько лет назад мало кто слышал о беспилотных летательных аппаратах. Но даже у тех, кто про них знал, такие машины ассоциировались скорее с научной фантастикой и техно-триллерами – как в плане того, что такое беспилотник вообще, так и того, каковы его реальные возможности – причем сколь-либо реальные сведения о характеристиках БПЛА отсутствовали. Однако всего за несколько лет беспилотники вышли из тени неизвестности и оказались в фокусе внимания средств массовой информации. Сегодня СМИ сообщают нам о все более широком применении беспилотных аппаратов. Их используют как в военных целях – для ведения разведки и нанесения воздушных ударов в различных регионах, так и в мирных, в том числе для транспортировки малых коммерческих грузов – вплоть до срочной доставки пиццы на дом!

**М**ножество самых разных пользователей эксплуатируют беспилотные летательные аппараты довольно давно, однако в широком мире мало что знают об этом. Наряду с решением военных задач, беспилотные аппараты используют для проведения научных исследований, а также для контроля за состоянием природной среды. Недорогие коммерческие БПЛА для спортивно-рекреационных целей сегодня могут приобретать и гражданские лица.

Говоря по существу, в дистанционно управляемых аппаратах нет ничего принципиально нового. Термин «беспилотник» (или дрон) вошел в современные словари недавно, однако в течение многих лет на практике применяются телеуправляемые самолеты и вертолеты, а также радиоуправляемые гоночные автомобили. Управляемые авиационные бомбы и ракеты тоже используют уже много лет, хотя и не всегда успешно. В целом же остается дискуссионным вопрос, являются ли все эти аппараты беспилотными в строгом смысле этого слова.

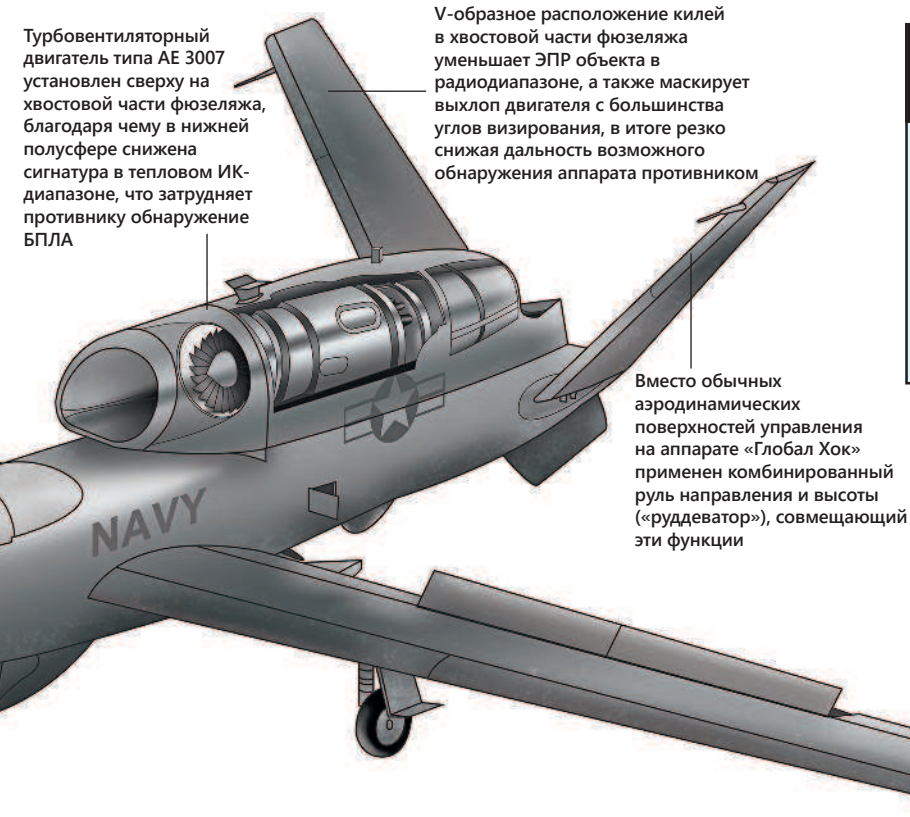
## БЕСПИЛОТНЫЙ АППАРАТ RO-4 «ГЛОБАЛ ХОК»



**Что такое беспилотник ?**

Согласно одному из распространенных определений, беспилотным летательным аппаратом называется тот, который не имеет на борту экипажа и способен выполнять автономный полет, т.е. не требует посто-

**СПРАВА:** Управление полетом БПЛА – сложный процесс, подобный управлению обычным самолетом с крайне ограниченным внешним обзором (или «взгляд через соломинку»). При этом одновременно с пилотированием аппарата необходимо дистанционно управлять работой его бортовых камер, РЛС и иной целевой аппаратуры, а также обеспечивать передачу данных другим системным пользователям. Для решения всех этих задач требуется задействовать наземный экипаж из нескольких операторов.



### ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БПЛА RQ-4 «ГЛОБАЛ ХОК»NAWK

Размах крыла: 39,8 м  
 Длина: 14,5 м  
 Высота: 4,7 м  
 Авиадвигатель: турбовентиляторный, типа F137-RR-100 (AE 3007) «Роллс-Ройс / Норт Америкэн»  
 Максимальная взлетная масса: 14 628 кг  
 Максимальная скорость полета: 574 км/ч  
 Дальность полета: 22 632 км  
 Потолок практический: 18 288 м  
 Продолжительность полета: более 34 час

## ВВЕДЕНИЕ

янного управления. Это значит, что традиционные радиоуправляемые летательные аппараты – как и все подобные им – не являются беспилотными в строгом смысле этого слова. То же относится к телеуправляемым необитаемым подводным аппаратам – и не только потому, что они работают в водной среде. Многие гражданские малые беспилотники по факту не являются таковыми, так как они полуавтономны в плане управления. В этой связи мы полагаем, что определение «беспилотный аппарат» необходимо расширить, чтобы охватить весь обширный класс таких машин, созданных на базе практически одинаковых принципов и решающих сходные задачи.

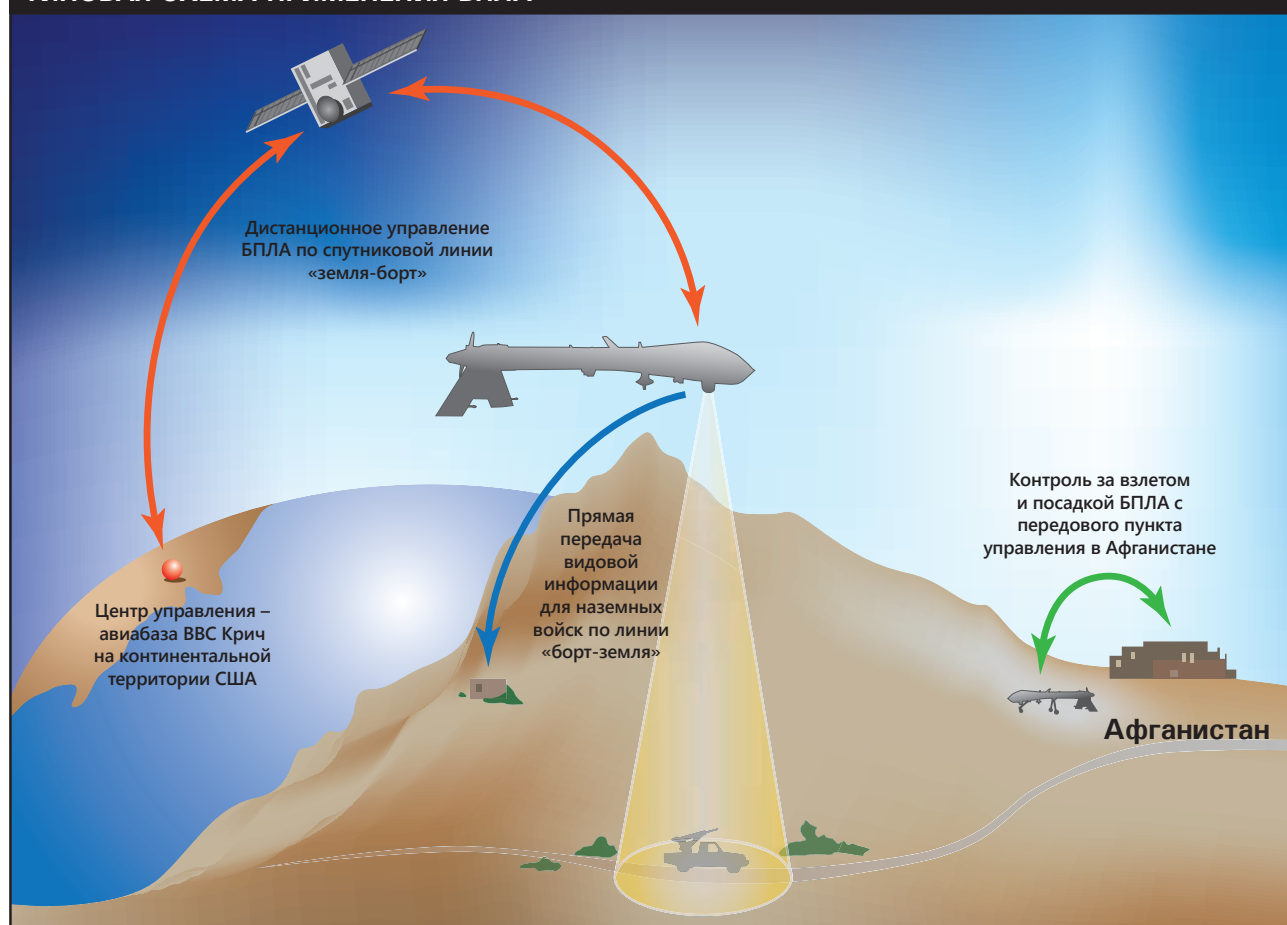
Довольно трудно дать рабочее определение БПЛА настолько точно, чтобы его не пришлось корректировать после первых же столкновений с практикой. Говоря теоретически, любой дистанционно управляемый самолет или вертолет может выступать в качестве БПЛА, поскольку после взлета его можно направить по заданному курсу и он начнет горизонтальный полет по прямой. Далее летчик может «отпустить» органы управления и тогда аппарат продолжит полет без каких-либо дополнительных команд.

Однако на практике полет БПЛА происходит по-иному. При выполнении полета без участия летчика бортовая система управления ЛА

СПРАВА: Большинство малых ДПЛА напоминают миниатюрные радиоуправляемые модели самолетов, используемые авиамоделистами-энтузиастами. Однако по мере увеличения габаритов беспилотников их конструктивные схемы становятся более разнообразными. Так, представленный в центре снимка, аппарат RQ-2 «Пайонир» по существу представляет собой мини-самолет обычной схемы, в то время как показанный справа сзади RQ-15 «Нептун» является гидропланом, способным совершать посадку на воду.

должна быть способна принимать решения автономно. Простейший автопилот, использующий аэродинамические поверхности управления для удержания самолета на курсе, для такого случая не подой-

### ТИПОВАЯ СХЕМА ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА

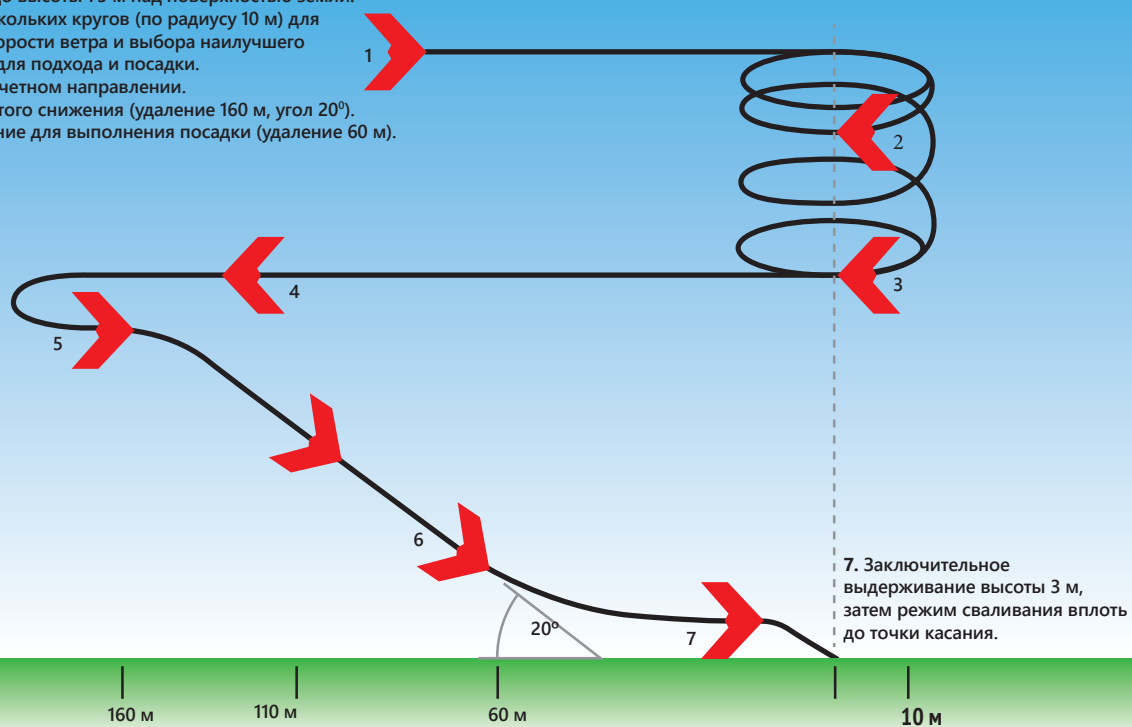






### СХЕМА АВТОНОМНОЙ ПОСАДКИ БПЛА

1. Подход по прямой к конечному пункту маршрута.
2. Снижение до высоты 75 м над поверхностью земли.
3. Проход нескольких кругов (по радиусу 10 м) для измерения скорости ветра и выбора наилучшего направления для подхода и посадки.
4. Полет в расчетном направлении.
5. Начало крутого снижения (удаление 160 м, угол  $20^\circ$ ).
6. Выравнивание для выполнения посадки (удаление 60 м).



## ВВЕДЕНИЕ

дет. Однако же автопилот, которому можно задать конечный пункт маршрута, после чего он сам будет управлять ЛА в ходе полета к этому пункту – производя при необходимости корректировку курса – вполне подходит для типичного БПЛА.

Многие беспилотные аппараты, особенно военные, выполняют полет в основном в режиме дистанционного управления, которое осуществляет оператор с наземного пункта. Такие аппараты способны работать и в полностью автономном режиме, однако обычно управление с земли ведется непрерывно в течение всего полета.

Для управления боевыми БПЛА, такими, как «Предатор», необходимо наличие серьезных навыков пилотирования, и это обстоятельство расширяет границу наших понятий в плане того, какой аппарат является беспилотным, а какой нет. Поэтому многим операторам БПЛА не нравится слово «беспилотник» – ведь их работа на деле столь же трудна, как и непосредственное пилотирование самолета.

Американский военный летательный аппарат «Предатор», полетом

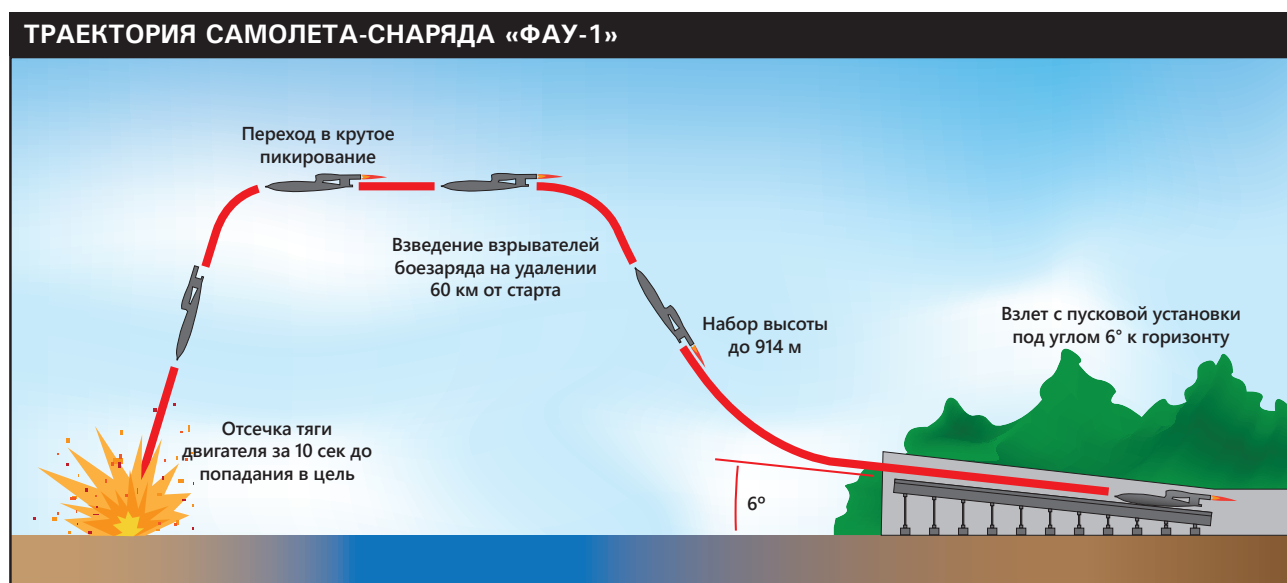
которого постоянно управляет наземный оператор, по существу не является автономным в строгом смысле. Он представляет собой беспилотный дистанционно управляемый летательным аппаратом (ДПЛА), поэтому его операторы предпочитают употреблять именно этот термин. Сходным образом подводный аппарат с телеуправлением, например, применяемый для контроля состояния глубоководных трубопроводов, обычно работает под управлением оператора и поэтому называется телеуправляемым необитаемым подводным аппаратом (ТНПА) – в отличие от автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА).

Управляемые ракеты и торпеды соответствуют определению беспилотного аппарата по многим признакам. Они имеют систему самонаведения, принимают решения по выбору полетного маршрута или же направления движения, а зачастую могут действовать в полностью автономном режиме. В некоторых из них используют систему ручного телеуправления или наведения с использованием внешней ручной системы целеуказания, например, ап-

паратуры лазерной подсветки цели. Однако обычно управляемые ракеты и торпеды не включают в категорию БПЛА – несмотря на то, что они решают практически те же задачи.

Точно так же затруднительно определить, является ли данный аппарат беспилотным или нет, основываясь лишь на наблюдениях в ходе его полета. Полетом такого ЛА может непрерывно управлять в ручном режиме наземный оператор, в т.ч. с помощью системы телеуправления «Ферст-персон вью» (FPV). В ее комплект входит бортовая камера, которую устанавливают в носовой части фюзеляжа БПЛА, поэтому наземному оператору обеспечен такой же обзор пространства, что и у пилота. В качестве малого беспилотника самолетной схемы можно использовать обычную авиамodelь с радиоуправлением, причем такой ЛА может также совершать полет автономно, используя лишь сигналы радионавигационной спутниковой системы GPS.

Таким образом, область применения БПЛА весьма велика, причем отмечается ее частичное перекрытие с рядом смежных областей. Для



наших целей вполне достаточно использовать довольно широкое определение термина «беспилотник». Поэтому далее мы будем считать беспилотным аппаратом любую машину, которая не имеет на борту человека-оператора и способна автономно выполнять – частично или полностью – функции, требующие принятия решений с помощью своих бортовых средств. При этом очевидно, что такой аппарат по классификации не должен входить в какую-либо иную категорию – т.е. не являться, например, управляемой авиационной ракетой или корректируемым артиллерийским снарядом.

#### К истории вопроса

Из опыта развития авиационной техники мы знаем о многих попытках создать беспилотные аппараты, в основном для их использования в военных целях. Одной из самых необычных идей была мысль использовать так называемого «органического управления» с использованием голубя на борту ракеты. Технически говоря, предполагалось использовать птицу, натренированную на распознавание заданного типа целей и «клюющую» их в полете. Этот бесстрашный голубь обеспечивал целеуказание для ракеты, когда клевал цель на расположенном перед ним экране, при этом сигнал передавался на органы управления для корректировки траектории полета. Если ракета шла точно на цель, то касание клювом птицы ее отметки обеспечивало удержание на том же курсе, а в случае отклонения корректировка траектории обеспечивалась с учетом смещения отметки цели от центра экрана. Однако в начале 1950-х гг. идея «органического управления» была отставлена ввиду успехов в миниатюризации радиоэлектроники для боевых ракет. В более позднее



**ВВЕРХУ:** Немецкий самолет-снаряд «Фау-1» был предшественником современных крылатых ракет, хотя и весьма примитивным. Его малая боевая эффективность обусловлена отсутствием систем дистанционного пилотирования и автоматической навигации. Тогда соответствующие технологии еще не были созданы, в ином случае потери среди населения были бы намного больше.

время разработчики уже не стали возвращаться к ней.

Другие попытки создания автономных летательных аппаратов, также относящиеся к периоду Второй мировой войны, были более прямолинейными. Так, немецкий самолет-снаряд «Фау-1», или «летающая бомба», представлял собой беспилотный крылатый аппарат с пульсирующим воздушно-реактивным двигателем и автономной системой управления. Имея довольно простую конструкцию, он был дешев в производстве и доставлял к цели достаточно мощный боевой заряд.

На борту «Фау-1» был установлен упрощенный автопилот, который обеспечивал полет на заданной высоте, а также простейшая инерциальная система, которая управляла

механизмом пикирования. Малогабаритная воздушная крыльчатка, размещенная в носовой части фюзеляжа, приводилась в действие набегающим потоком. Когда механический счетчик регистрировал заданное число ее оборотов, это означало, что заданная дистанция пройдена и самолет-снаряд переходил в пикирование на цель.

На практике точно вычислить параметры, определяющие точку перевода в пикирование, было сложно из-за воздействия встречного или попутного ветра или же неточностей в изготовлении блока управления, поэтому многие снаряды «Фау-1» ложились с перелетом или недолетом. Боковой ветер также сбивал снаряды с курса. При этом навигационная система у

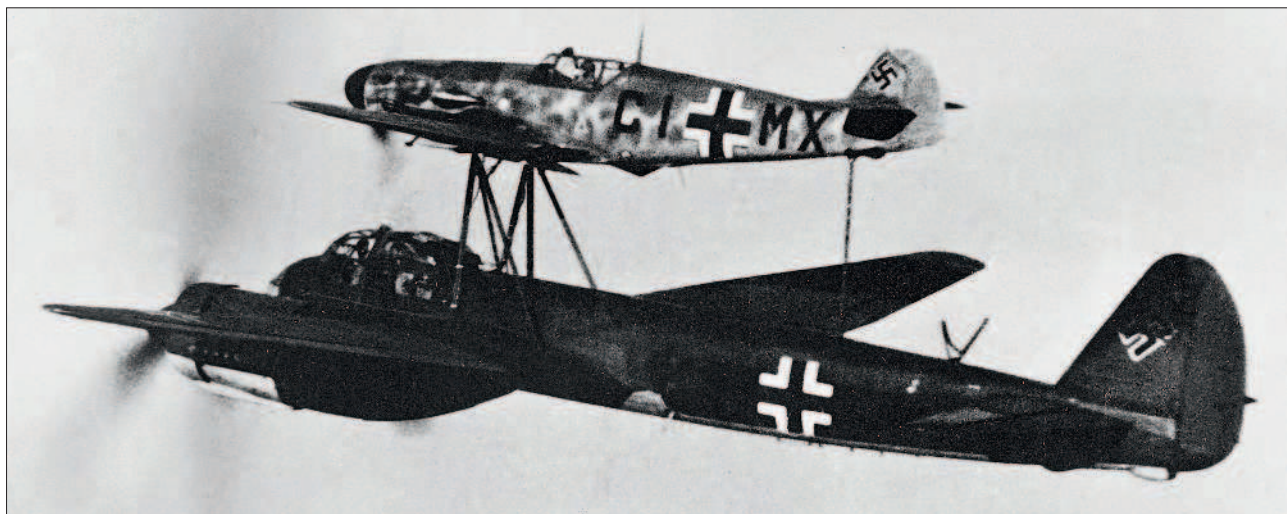


## ВВЕДЕНИЕ

«Фау-1» по существу отсутствовала – их просто запускали в направлении цели. Это обстоятельство тоже повышало уязвимость самолета-снаряда, так как он шел прямо по курсу, не маневрируя, и его довольно легко уничтожали английские истребители-перехватчики и зенитная артиллерия.

Отсутствие настоящего автопилота на «Фау-1» позволяло истребителям ВВС Великобритании уничтожать их в полете, используя близкий проход поперек курса с воздействием спутной струи на самолет-снаряд, после чего тот терял управление и разбивался о землю. Применялся и более сложный маневр, где истребитель

на параллельном курсе сближался с «Фау-1», затем «поддевал» своим крылом плоскость самолета-снаряда, который переворачивался и падал вниз. В результате взрыв боезаряда происходил где-то на земле, обычно вне плотно заселенных районов и на значительном удалении от заданной цели.



**ВВЕРХУ:** В рамках немецкого проекта «Бетховен» реализована концепция телеуправляемой ударной системы «воздух-земля». После выхода составной авиационной системы в заданный район более крупный аппарат «Мистель», оснащенный мощным зарядом ВВ, отделялся от малого самолета управления, пилот-оператор которого дистанционно наводил ударный аппарат на цель. В ходе войны такие воздушные удары наносились многократно, но общий эффект от применения этой системы оказался ограниченным.

**СЛЕВА:** К середине 1950-х гг. радиоуправляемые авиамodelи стали весьма популярны и часто участвовали в соревнованиях. Разработка усовершенствованных систем дистанционного управления стала новым звеном авиационно-технического прогресса, позволив совершить переход от весьма несовершенных «летающих бомб» к современным БПЛА.

**Ударный аппарат «Мистель»**

Самолет-снаряд «Фау-1» не являлся в полной мере ни беспилотным аппаратом, ни управляемой ракетой. Его следует рассматривать в качестве предшественника современных ударных БПЛА и боевых ракет. На его примере было доказано, что данная концепция в целом вполне реализуема. Новым вариантом решения этой боевой задачи стало создание в Германии авиационного ударного комплекса по программе «Бетховен». Конструктивно он представлял собой составной летательный аппарат, где пилотируемый самолет управления (на базе истребителя) крепился сверху на крупном ударном беспилотнике «Мистель». После расцепки в воздухе пилот-оператор с малого самолета по радиоканалу обеспечивал управле-

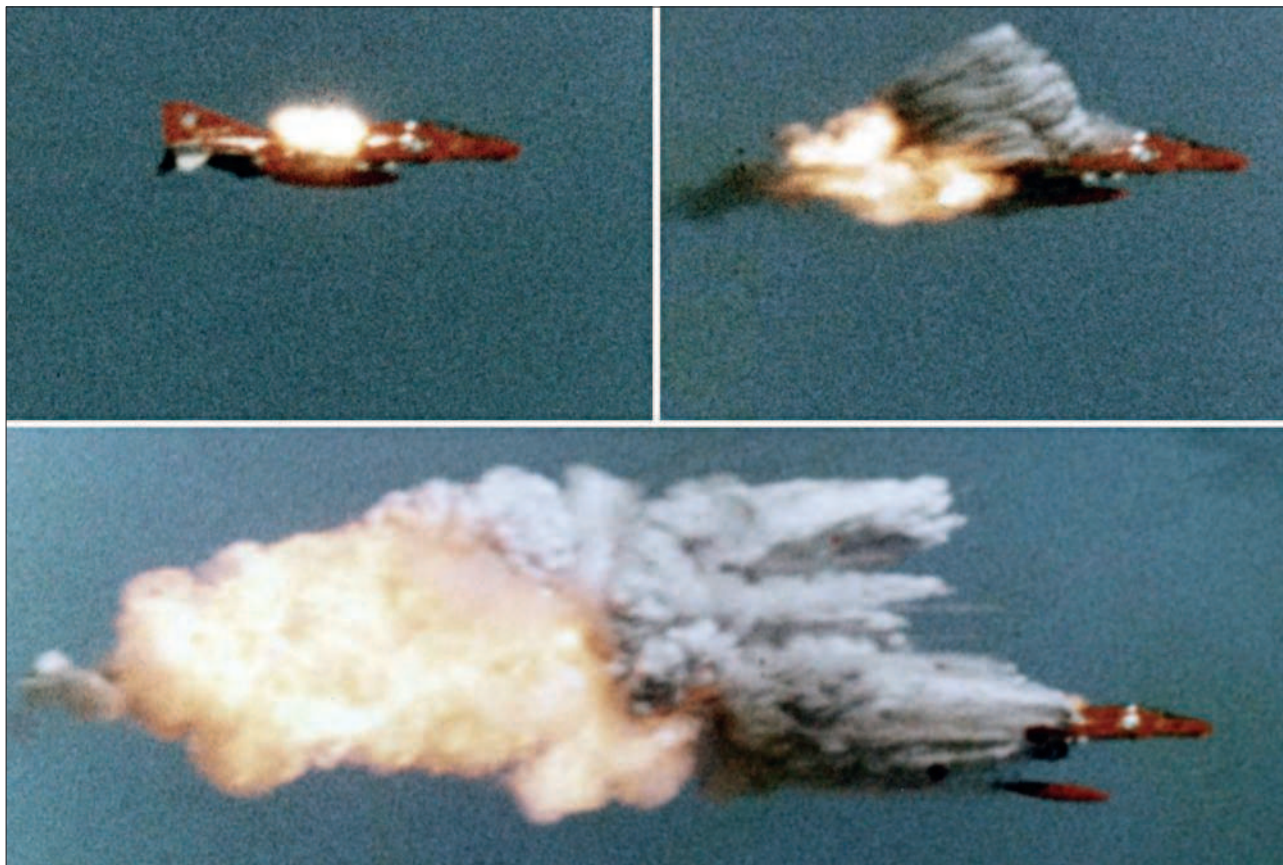
ние ударным аппаратом, поражающим цель мощной боевой частью с кумулятивным зарядом.

Обычно ударный аппарат «Мистель» представлял собой переоборудованный средний бомбардировщик – например, «Юнкерс-88», или иного типа. Зачастую это были устаревшие машины, причем общая идея состояла в том, чтобы использовать с пользой самолеты, которые по-иному были бы отправлены на металлолом. На практике было смонтировано более 200 таких систем, однако лишь несколько

из них смогли уничтожить назначенные цели.

Система последовательно совершенствовалась, причем в ее состав стали включать даже реактивные самолеты, появившиеся в Германии к концу войны. Это оказалось довольно расточительным использованием новейших боевых самолетов, учитывая, что «Мистель» доставлял к цели относительно небольшой боезаряд и совершал лишь один вылет. Кроме того, составные авиационные системы оказались весьма уязвимы для огня средств ПВО.

ВНИЗУ: Благодаря разработке систем наведения управляемых ракет созданы многие узлы и компоненты, широко используемые сегодня на борту БПЛА. Управляемая ракета AIM-9 «Сайдундер» состоит на вооружении с 1958 г., однако ее первые варианты не вполне удовлетворяли требованиям заказчика. Приведенные ниже снимки сделаны на полигоне Пойнт-Мугу (США) в 1974 г. в ходе испытаний доработанного варианта AIM-9H – первой ракеты класса «воздух-воздух» на базе твердотельных радиоэлементов.





## БПЛА Е-ВЕЕ (ШВЕЙЦАРИЯ)

Этот малый беспилотный аппарат предназначен для воздушной съемки местности в интересах оперативного составления топокарт. Запуск БПЛА производится с руки – его просто подбрасывают в воздух.

Силовая установка размещена в хвостовой части аппарата и включает бесщеточный электродвигатель с толкающим воздушным винтом, а также литий-полимерную аккумуляторную батарею.

Полезная нагрузка включает камеры высокого разрешения, направленные в надир. Обычно это типовые камеры оптического диапазона, но для ряда приложений используют и ИК-приборы.

В качестве конструкционных материалов БПЛА используют особо легкую пену и углепластиковое волокно. Взлетный вес аппарата составляет 690 г, включая целевую аппаратуру, приемник спутниковой навигации GPS и систему радиосвязи.

Полученные с помощью комплекта целевой аппаратуры изображения используют для создания двух- и трехмерных карт. Одновременно можно задействовать для съемки несколько беспилотников, что позволяет получить высокоточные карты в короткий срок.

Данная система не являлась полностью беспилотной, скорее был создан некий гибрид управляемой ракеты и одноразового ударного БПЛА. Учитывая общее состояние авиатехники того периода, данный проект технически оказался вполне реализуемым. Несмотря на ограниченную боевую эффективность, первые ударные беспилотные аппараты подтвердили свою способность решать боевые задачи.

В рамках других проектов в ходе Второй мировой войны были соз-

даны и применялись радиоуправляемые планирующие авиабомбы и торпеды с акустическим самонаведением, которые имели как минимум часть технических особенностей, присущих беспилотным аппаратам. Хотя во время войны применение нового управляемого оружия оказало ограниченное воздействие на противника, в целом оно показало приемлемую боевую эффективность, поэтому разработка соответствующих технологий продолжилась и далее. В послевоенный

период создано большое число управляемых ракет и торпед разных классов, а разнообразные новые технологии составили широкую базу для появления беспилотников следующего поколения. Без огромного объема работ, выполненных в послевоенный период при проектировании и производстве систем управления для ракетного оружия, создание современных БПЛА было бы просто невозможно.

Идея создания дистанционно пилотируемых летательных аппара-

тов была широко реализована после войны, причем не только для военных целей. Системы радионаведения, использованные при создании планирующих бомб и управляемых ракет первого поколения, были усовершенствованы так, что даже гражданские энтузиасты смогли использовать их для управления полетом авиамоделей в целях рекреации. Недорогие системы радиуправления сначала стали применять как хобби в таких областях как телеуправляемые катера и гоночные автомобили, а сегодня весьма недорогие системы радиуправления для детских игрушек распространены практически повсеместно. Ни одна из упомянутых разработок сама по себе не вела к созданию БПЛА, но все они были необходимыми шагами для достижения этой цели. Благодаря появлению все более мощных и миниатюрных радиоэлектронных компонентов удалось создать и разместить на борту авиамоделей весьма мощные микропроцессоры – такие, которые способны обеспечить автономное принятие решений при необходимости. Именно это позволило перейти к созданию чисто автоматических беспилотных аппаратов. Им можно дать полетное задание – указав, например, исходный и конечный пункты маршрута и его поворотные точки, после чего бортовая аппаратура беспилотника автономно принимает решение в отношении того, как выполнить поставленную задачу.

Особое значение для создания работоспособных беспилотных аппаратов имеет прогресс в материаловедении – он важен и для всей авиационной промышленности в целом. Конструкционные материалы, обладающие малым удельным весом и высокой прочностью, требуются для любого летательного аппарата, ведь снижение сухого веса конструкции обеспечивает увеличе-

ние полезной нагрузки. Это крайне важно для особо малых беспилотников, где разница лишь в несколько граммов отделяет возможность доставить груз к цели от невозможности оторваться от земли вообще.

Широкий выбор конструкционных материалов позволяет создавать малые беспилотные аппараты, которые не перевозят людей или грузы, а поэтому не требуют тяжелых двигателей для создания мощной тяги на взлете. Ряд материалов, применяемых при производстве беспилотников, просто невозможно использовать для постройки привычных нам самолетов. Правда, при этом и нагрузки, которые малые беспилотники испытывают при взлете и посадке, заметно отличаются от тех, которые воздействуют на более крупные самолеты. Однако по мере увеличения габаритов БПЛА их конструкция все более напоминает обычные самолеты.

Спутниковая навигационная система GPS благодаря широкому внедрению в практику стала критически важной технологией. Ее радиосигналы доступны для всех пользователей, требуется лишь соответствующее приемное устройство (и больше ничего). Поэтому возможно обеспечить точную навигацию без использования многочисленных специальных приборов и различных штурманских поправок. В плане аэронавигации это стало ключевым фактором, придавшим современным беспилотникам возможность действовать автономно.

Активное развитие получила и техника радиосвязи, при этом ряд систем, первоначально созданных для иных целей, теперь можно использовать при эксплуатации беспилотников. Первые системы радиуправления были разработаны и использовались на борту малых рекреационных беспилотников, яв-

лявшихся хобби для особо богатых людей, но современные средства радиосвязи далеко превосходят возможности тех узкоспециальных устройств. Безусловно, способность взаимодействия – совместного использования и совместимости – является важным достоинством планшетов, ноутбуков, сотовых телефонов и подобных устройств. Доступность многоцелевых программируемых средств связи и компьютеров означает, что разработчики и производители БПЛА могут использовать уже существующие технологии. Для тех, кто получал финансирование из военного бюджета, это было не столь критично, как для спортивно-развлекательного сектора, однако использование коммерческих доступных компонентов позволило заметно снизить как стоимость разработки беспилотников, так и цены на готовые изделия. Именно поэтому стало возможно применение беспилотных аппаратов в гражданском секторе и для спортивно-развлекательных целей.

Таким образом мы видим, что современные беспилотные аппараты военного, коммерческого и иного назначения не явились из ниоткуда. Они представляют собой конечный продукт длительного процесса, который начался с достаточно простых экспериментов с использованием любых доступных тогда технологий, а затем продолжался по мере создания специальных и все более сложных систем, адаптировавших новые технологии как только они становились доступны. Множество инженерно-технических решений разработано специально для беспилотных систем, но немало их было заимствовано из других областей техники напрямую или же после определенной доработки.

К настоящему времени создание беспилотных аппаратов стало весьма





**СЛЕВА:** Испанский БПЛА «Атлантэ» специально предназначен для работы в пределах воздушного пространства, отведенного для гражданского использования. Многие беспилотники запрещено использовать здесь из-за отсутствия на борту автоматической системы предупреждения столкновений ACAS или же несоответствия иным нормам и требованиям документов, регулирующих использование гражданского воздушного пространства. В этой связи аппарат «Атлантэ» обладает значительно большим потенциалом для практического применения, нежели чисто военные аппараты.

что может случиться ввиду того, что возможно вообще или же прогнозируется в настоящее время. Не всегда можно предсказать также все те направления использования, которые найдет новая техника – при этом, конечно, далеко не все новые технологии смогут оправдать возлагаемые на них ожидания.

К настоящему времени ясно, что беспилотные аппараты во многих случаях дали новые возможности крупным операторам, причем они сделали доступными такие возможности и для частных пользователей со скромными средствами. Сегодня опрыскивание посевов на полях сельскохозяйственных культур с помощью беспилотников можно выполнять более дешево, нежели при использовании обычных пилотируемых самолетов и вертолетов. Фермер или ученый-эколог могут использовать радиоуправляемую авиамодель для воздушной съемки необходимой территории, получения свежих изображений растительного покрова или же представителей животного мира. Правоохранительные органы могут применять автоматические средства воздушного наблюдения значительно более дешевые, чем вертолеты. Вооруженные силы могут вести

развитой областью инженерных наук. Весьма вероятно, что разработка перспективных БПЛА трансформируется – как минимум для ряда случаев – в весьма специализированную подотрасль науки и производства. Все это было невозможно, пока не удалось показать на практике, что создание новых и лучших технологий для беспилотников является достаточно прибыльным делом – что сейчас это вполне подтверждено.

В последнее время использование беспилотных аппаратов становится обычным делом для ряда областей, что неизбежно порождает новые вопросы. Например, является ли этичным устанавливать вооружение на беспилотные самолеты и вертолеты? Можно ли позволять кому-либо

использовать беспилотник с бортовой камерой для проведения съемки когда и где угодно? Каково значение этого аспекта в контексте национальной безопасности страны? А в отношении прав частной собственности? Являются ли полученные с беспилотника снимки доказательством, приемлемым для суда? Какие законодательные акты следует принять для регулирования полетов потенциально опасных БПЛА в районах плотной городской застройки?

Как и с любой новой технологией, нашему обществу потребуется определенное время для адаптации к изменениям. Законодательство и социальные нормы должны адаптироваться к тому, что реально происходит, а не пытаться угадать,

воздушную разведку в удаленных районах, не сталкиваясь с такими ограничениями, как высокая стоимость эксплуатации техники и потенциально негативные последствия, которые характерны при постоянном задействовании пилотируемой авиации в таких районах.

Часть перечисленных функций дронов нашла применение совсем недавно, часть активно используется в течение десятилетий. В целом очевидна тенденция к появлению легких и менее дорогих БПЛА, что в свою очередь ведет к созданию более совершенных авиационных систем при одновременном и значительном снижении их стоимости.

#### Технологии для разработки БПЛА

Большинство беспилотников являются функционально самостоятельными самолетами или же летательными аппаратами, подобными самолетам. Их можно разделить на две большие категории: винтокрылые и крылатые аппараты. Последняя категория не обязательно включает аппараты с двигателем на борту, ведь правильно спроектированный планер-беспилотник способен держаться в воздухе весьма продолжительное время, однако на практике большая часть БПЛА оснащена авиадвигателями.

Большая часть крылатых беспилотных аппаратов (и все из них, которые не являются военными) используют воздушный винт для обеспечения тяги. Он приводится в действие с помощью двигателя внутреннего сгорания, однако этот подход практичен лишь для достаточно крупных аппаратов. Такие БПЛА являются достаточно шумными и могут создать опасность в случае падения на землю. Однако в случае использования аппаратов, оснащенных электродвигателем, будет легче выработать и согласовать юридические нормы по регулированию



**ВВЕРХУ:** Аргентинский беспилотный аппарат «Ярара» создан для использования в интересах национальных пользователей, а также для поставок на экспорт. По сравнению с новейшими американскими БПЛА он обладает более скромными летно-техническими характеристиками, однако выгодно отличается столь важным показателем, как малая стоимость операций по аэросъемке. При этом БПЛА «Ярара» может работать с самых простых взлетно-посадочных площадок.

их использования. Гораздо сложнее будет судьба законопроектов, позволяющих отдельным гражданам направлять свои пожароопасные летательные аппараты по воздуху куда угодно – или же куда их занесет собственная некомпетентность.

Таким образом, на большинстве крылатых БПЛА используют в качестве движителя один или несколько воздушных винтов, приводимых в движение электродвигателями. Тянувший воздушный винт является основным движителем современных винтовых беспилотных аппаратов. В последние годы стали шире применять альтернативное решение – толкающий воздушный винт. Его размещают, естественно, в хвостовой части фюзеляжа БПЛА или же близ задней кромки крыла. Такое расположение обладает особым достоинством – вся носовая часть фюзеляжа аппарата свободна для размещения съемочной аппаратуры или радиоэлектронного оборудования.

Так же как и все другие летательные аппараты, БПЛА подвергаются значительной опасности на этапе посадки. Здесь возможно повреждение воздушных винтов или же нанесение иного ущерба – как из-за неудачного выполнения процедур посадки, так и ввиду столкновения с каким-либо препятствием. При этом сколь-либо реальных альтернатив этому этапу обычно нет. Как мы отмечали ранее, наличие легковоспламеняющегося жидкого топлива на борту беспилотника также представляет собой опасность. Оно приемлемо при наличии современных бортовых систем, обеспечивающих предотвращение аварии или смягчение ее последствий. При этом наземный оператор беспилотника обязан иметь хорошую профессиональную подготовку – как это принято у профессиональных военных пользователей. В этом контексте для гражданских специалистов на БПЛА значительно более безопасно использование электродвигателей.



**ВВЕРХУ:** Винтокрылый беспилотник – такой, как показанный здесь «Октан» – является весьма устойчивой платформой для размещения датчиков, он способен точно маневрировать в воздухе. Такие аппараты совершают полет благодаря своей повышенной энерговооруженности, их целесообразно применять для решения задач на низких высотах и при малой дальности действия. Особо отмечают их способность работать в крайне стесненных условиях – там, где применение обычных крылатых БПЛА просто невозможно.

На бортовое электрооборудование – прежде всего на аккумуляторные батареи – приходится существенная доля сухой массы БПЛА, однако их мощность и емкость постоянно улучшается. Возможность оперативной перезарядки батарей или же быстрой замены их в ходе подготовке к повторному вылету является существенным преимуществом беспилотников – особенно потому, что эти аппараты не имеют ограничений по усталости экипажа. Обычные пилотируемые самолеты и вертолеты вынуждены возвращаться на аэродром по этой причине, в то время как беспилотники способны выполнять полеты особой продолжительности и в автономном режиме, и в режиме дистанционного пилотирования. При этом

наземные операторы, управляющие полетом, работают посменно.

Вместе с этим если каждым вылетом пилотируемого ЛА требуется провести ряд достаточно объемных проверок оборудования, а нередко также выполнить его техобслуживание, то для беспилотного аппарата вполне возможно произвести посадку, затем заменить комплект бортовых источников тока, а затем сразу выполнить взлет.

От мощности авиадвигателя зависят летно-технические характеристики БПЛА – в том числе максимальные высота и скорость полета, а также ограничения по метеоусловиям. Обычно у аппаратов-электролетов использование значительной мощности быстро истощает бортовые аккумуляторные

батареи, однако при малом расходе энергии такие аппараты могут находиться в воздухе значительно дольше. Энерговооруженность наиболее важна для скоростных беспилотников с высокими летно-техническими характеристиками, однако для большинства приложений БПЛА определяющим параметром является продолжительность полета.

Для беспилотных авиационных систем характерна общая тенденция к снижению полетного веса – сегодня даже весьма крупные военные БПЛА ощутимо меньше и легче, чем пилотируемые самолеты, решающие те же задачи. На борту беспилотника бортовое радиоэлектронное оборудование занимает ощутимо меньший объем, чем у пилотируемых самолетов и вертолетов. У последних дополнительно отводится место для размещения экипажа и различных систем обеспечения. На пилотируемом ЛА летчику необходимо обеспечить пространство, чтобы двигаться – как минимум для выполнения операций по управлению и для входа-выхода из пилотской кабины. Необходимо также предусмотреть пилотское кресло, систему герметизации для кабины, а также иметь достаточное расстояние между приборной доской и летчиком, позволяя ему фокусировать зрение на приборах. Для БПЛА все упомянутое выше просто не нужно, благодаря чему достигается экономия как по массе, так и по габаритам.

Меньшие массо-габаритные характеристики дают ряд преимуществ, среди которых примечательна возможность полета в течение длительного времени с использованием минимума электроэнергии. Однако по сравнению с более тяжелыми обычными летательными аппаратами БПЛА с малой полетной массой более чувствительны к воздействию ветровых нагрузок, а