УДК 623.681

БЕСПИЛОТНЫЕ АППАРАТЫ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Г.В. АНЦЕВ[1], Б.П. ЕЛИСЕЕВ[2], В.А. САРЫЧЕВ[1]
[1]АО «НПП «Радар ммс», АО «Концерн «Моринформсистема «Агат», г. Москва, Россия
[2]МГТУ ГА, г. Москва, Россия

В статье рассматривается специфический класс беспилотных аппаратов, названных в зарубежной литературе UXV, который предлагается положить в основу технологий обучения специалистов, как разработчиков, так и эксплуатантов беспилотных аппаратов. Помимо унифицированных беспилотных аппаратов, которые создаются для достаточно широкого и определенного применения, возникает необходимость создания и использования «уникальных» беспилотных аппаратов, решающих специфические задачи. Научные исследования и подготовка кадров в вузах по широкому кругу вопросов, связанных с разработкой и эксплуатацией беспилотных аппаратов, следует вести в рамках проблематики UXV с учетом междисциплинарного характера такой деятельности, при этом она должна развертываться и свершаться на «надфакультетском» уровне, в полной мере учитывая все виды накапливаемых ресурсов университета, что позволит готовить эксплуатантов и создателей беспилотных аппаратов на высоком уровне, требующем освоения передовых технологий создания, информационного обеспечения и эксплуатации беспилотных аппаратов. Такие технологии способны эффективно парировать грядущие вызовы разворачивающегося в мире нового экономического уклада.

Ключевые слова: БЛА, UXV, передовые технологии, подготовка кадров.

В наше время обосновывать совершенно очевидное для всего мира утверждение, что наступает эра роботов, ярчайшими представителями которых являются беспилотные аппараты, означает оскорблять потенциального читателя, считая его дремучим невеждой. Отметим только, что проблема создания систем вооружения с беспилотными аппаратами давно перекочевала со страниц научной фантастики в военные доктрины большинства государств. Разработка беспилотных аппаратов проводится в настоящее время фактически всеми индустриально развитыми странами мира. Однако здесь возникает очень серьезная проблема – как должна встретить такой вызов сфера образования, особенно занимающаяся подготовкой кадров для транспортных отраслей, тем более что каждый вид транспорта породил свой беспилотный аналог.

Конечно, для большинства читателей этого журнала основным видом транспортных роботов выступают беспилотные (безэкипажные, безоператорные) летательные аппараты (БЛА) (Unmanned air vehicles – UAV, в военной ипостаси они называются Unmanned combat air vehicles – UCAV). Следует отметить, что в современной российской авиатехнической литературе под БЛА подразумевают управляемые БЛА многоразового применения. В более ранних публикациях для обозначения БЛА применялся термин «дистанционно пилотируемый летательный аппарат (ДПЛА). Однако ДПЛА составляют лишь часть из всего многообразия БЛА – это только летательные аппараты, управляемые с земли, или по командам с других летательных аппаратов, или, наконец, действующие в той или иной степени автономно. В англоязычной литературе, кроме уже упомянутых терминов UAV и UCAV используется также аббревиатура RPV (Remotely Piloted Vehicle) или термин Drone.

Для «неавиационных» беспилотных аппаратов фактически также узаконены названия и аббревиатуры, наиболее популярными из которых являются: необитаемый подводный аппарат (НПА) (UUV – Unmanned Underwater Vehicle) [1], беспилотный надводный аппарат (БНА) или безэкипажный катер (USV – Unmanned Surface Vehicle), беспилотный сухопутный аппарат (БСА) (UGV – Unmanned Ground Vehicle), а также другие, во многом экзотические пока транспортные объекты, способные перемещаться в других земных средах и космосе. Более того, понятийный уровень отследил появление такого «синтетического» беспилотного аппарата, как гетерогенный беспилотный аппарат обобщенного (любого) класса – Unmanned Generic Vehicle – UXV [2], то есть $UAV \subset UXV$. Этим понятием определяется совокупность различных видов беспилотных аппаратов, согласованно действующих в различных средах.

Предприятие АО «НПП «Радар ммс» уже достаточно долгое время занимается созданием БЛА (некоторые разработки показаны на рисунке). Об этом, в частности, говорит тот факт, что по инициативе и под редакцией одного из авторов (Г.А.) был подготовлен перевод очень интересной книги по БЛА [3], экземпляры которой вместе с ее электронной версией были переданы ученым МГТУ ГА. Но это лишь полезная нагрузка БЛА, причем система самонаведения, наряду с инфракрасным, телевизионным, магнетометрическим, радиолокационным, лазерным каналами входит в структуру бортового комплекса, а ведь кроме нее пришлось создавать соответствующие коллективы, в задачу которых входили разработка и создание:

1) планера БЛА (обеспечивает взлет, посадку, полет и маневрирование в процессе выполнения задания);

2) средств взлета и посадки;

3) топливно-двигательной системы;

4) системы электроснабжения и жизнеобеспечения;

5) системы навигации и управления (автоматического) в полете;

6) системы каналов передачи команд управления «Земля – БЛА» и информации «БЛА – Земля», полученной в процессе полета.

Некоторые БЛА

Кроме того, в ходе такой деятельности пришлось практически с нуля подготавливать операторов БЛА [11], а также организовывать соответствующие испытания.

Полученный в ходе создания БЛА опыт позволяет высказать ряд суждений о подготовке в условиях транспортного вуза специалистов по беспилотным аппаратам. По-видимому, такая деятельность не должна ограничиваться подготовкой операторов для конкретных видов беспилотных аппаратов, поскольку это сведется к приобретению определенных навыков управления, освоение которых не требует серьезных знаний. Кроме того, следует обратить внимание на то, что беспилотные аппараты все в большей степени становятся автономными, поэтому управление ими по существу сводится только к формированию задания на их функционирование и соответствующего запуска.

Отстаиваемый авторами тезис заключается в том, что подготовку специалистов нужно осуществлять в рамках UXV. При этом ни в коем случае не следует считать UXV беспилотны-

ми аппаратами, каждый экземпляр которых способен действовать в различных средах. По крайней мере, авторы такой перспективы не видят. Правда, если такие беспилотные аппараты все же появятся, то они будут, конечно же, UXV. Практически все беспилотные аппараты создаются для функционирования в какой-то одной среде. Если требуется «обрабатывать» несколько сред, то используется несколько соответствующих беспилотных аппаратов, которые могут действовать согласованно, как единый UXV. «Пограничные» ситуации, типа возможность запуска беспилотного аппарата с соответствующего носителя, действующего в иной среде, нежели той, где функционирует беспилотный аппарат или доставка его «самоходом» в зону его действия, не учитываются при определении сущности аппарата. UXV – это понятие, позволяющее очертить некий класс беспилотных аппаратов, выявляющее определенную общность технологий при их разработке и функционировании. Это дает возможность не только добиться единого подхода к различным беспилотным аппаратам (вот где уместен термин UXV), но и дает также возможность изучать общие закономерности на примере конкретных объектов, наиболее «продвинутых» с точки зрения создания и опыта эксплуатации. В самом деле, если для конкретных объектов установлены некоторые результаты, то при учете общей основы у различных беспилотных аппаратов становится возможным обнаруживать аналогичные результаты для других беспилотников, относящихся к классу UXV.

Одним из результатов такого воздействия на понятийный каркас беспилотных аппаратов может служить тот факт, что оказывается гораздо более важной система классификации не по средам, в которых действуют UXV, а по методам управления. Здесь прямо можно заимствовать терминологию (онтологию), подчеркивающую кардинальное различие соответствующих классов, фиксируемое такими терминами, как программное, командное, автономное, траекторное, навигационное, интеллектное и другое управление. Такая точка зрения при выборе и осуществлении управления беспилотными аппаратами вновь выводит на необходимость использования термина UXV даже применительно к аппаратам, даже действующим только в одной среде.

Помимо беспилотных аппаратов, которые можно назвать унифицированными, поскольку они создаются для достаточно широкого и определенного применения, возникает необходимость создания и использования в определенном смысле «уникальных» беспилотных аппаратов, решающих специфические задачи. Чаще всего уникальность задач проистекает от специфичности условий применения. Беспилотные аппараты, как более «юркие» и не реагирующие на разрушительные для человека факторы среды, способны в значительной степени индивидуализировать решаемые задачи. Эти аппараты по сути своей ничего не должны содержать в своей структуре «лишнего», не заточенного под решение конкретной задачи. Используя аналогию с микроэлектроникой (точнее, с микросхемами), такие аппараты уместно называть заказными. При создании столь уникальных заказных беспилотных аппаратов приходится задействовать не менее уникальные технологии. Очевидна неэффективность традиционного (с нуля) пути создания заказных беспилотных аппаратов с точки зрения экономики и требуемых сроков создания. Хотя в этом случае уместен путь создания уникальных беспилотных аппаратов по согласованной комплектации в рамках соответствующих номенклатурно-параметрических рядов под конкретные задачи из производимых серийно компонент. Здесь вновь уместно говорить о UXV. С точки зрения радиоэлектроники UXV являются сложными, нелинейными, нестационарными, стохастическими объектами высоких технологий, при их проектировании используется самый современный арсенал соответствующих информационных продуктов – CAD/CAM/CAE средств, обслуживающих процесс создания сложных технических систем.

Предполагая, что заказные беспилотные аппараты не допускают соответствующей унификации (иначе они просто перестают быть заказными), следует при их создании и функционировании идти вновь по пути, выработанному в микроэлектронике, а именно перейти от унификации самих беспилотных аппаратов к унификации средств их проектирования и создания, а также к наращиванию тактики применения, может быть, с возложением ряда требуемых функ-

ций на другие, уже унифицированные беспилотные аппараты. Здесь можно вновь заимствовать соответствующее понятие из микроэлектроники и назвать такие «полуфабрикатные» беспилотные аппараты полузаказными. Такая аналогия гораздо глубже, чем это могло показаться на первый взгляд, поскольку полузаказные интегральные схемы являются программируемыми (логическими). Очевидно, что полузаказные беспилотные аппараты должны обеспечивать заданную уникальность своего функционирования в первую очередь именно на программном уровне – в рамках варьирования структурой и характеристиками своей информационной платформы. Технология использования полузаказных беспилотных аппаратов тесно смыкается с отмеченной выше технологией создания аппаратов в рамках номенклатурно-параметрических рядов. Другими словами, информационная платформа беспилотных аппаратов должна реализовывать стандартную логику, свойственную унифицированным аппаратам, и специфическую логику, обеспечивающую реализацию специальных функций. Конечно, при необходимости переход от унифицированных беспилотных аппаратов к заказным может потребовать изменения физической платформы, но эти изменения желательно свести лишь к соответствующим доработкам некоей базовой конструкции или отмеченного комплексирования из компонент.

Указанные полузаказные беспилотные аппараты есть один из примеров UXV. Другой класс UXV возникает из-за желания опять же расширить номенклатуру создаваемых беспилотных аппаратов, оптимально используя научно-технический и производственный заделы, накопленные и накапливаемые при создании других беспилотных аппаратов. В этом случае в качестве UXV выступают соответствующие модели беспилотных аппаратов со своим понятийным и концептуальным каркасом, а также технологиями разработки и создания. Наконец, еще одним мотивом для введения в обиход понятия UXV должна выступать общность технологий создания и функционирования определенного класса разнородных беспилотных аппаратов. Такая общность, безусловно, влияет на возможность расширения номенклатуры создаваемых беспилотных аппаратов.

Несмотря на то, что пока невозможно создать универсальный UXV, способный действовать в любых средах, определенная общность беспилотных средств обнаруживается при их рассмотрении в составе соответствующих информационных и физических платформ, сформированных для решения некоторой задачи из группы взаимодействующих беспилотных аппаратов. В этом контексте говорят о групповом UXV, в качестве компонентов которого выступают однотипные или разнородные беспилотные аппараты. Удобной представляется классификация, предложенная членом-корреспондентом РАН И.А. Каляевым [12], опирающаяся на различия в способах управления беспилотными летательными аппаратами – *централизованном* (синхронном) и *децентрализованном* (асинхронном). Стратегии *централизованного* управления можно разделить на стратегии *единоначального* и *иерархического* управления, а *децентрализованного* управления – из стратегии *коллективного, роевого* и *стайного* управления.

Другими словами, при применении группового UXV информационная платформа имеет многоагентную сетевую структуру со структурной динамикой. Современные требования к UXV призваны повысить автономность управления, увеличить радиус действия, развить информационные сенсоры в сочетании с алгоритмическим обеспечением. Расширение задач, решаемых при помощи БЛА, однозначно свидетельствует о том, что на сегодня все больше проявляет себя общая тенденция – отказ от дистанционного управления UXV в пользу полуавтоматического и автоматического режимов их функционирования путем внедрения элементов искусственного интеллекта, дающего возможность самостоятельно выбирать маршрут полета и адаптировать UXV к текущей обстановке, дающей возможность автономной деятельности далеко от соответствующих центров управления [13].

Сказанное позволяет утверждать, что научные исследования и подготовку кадров в вузах по проблематике беспилотных аппаратов следует вести в рамках проблематики UXV, причем, учитывая междисциплинарный характер такой деятельности (см., например, приведенный выше типовой состав БЛА), она должна развертываться и свершаться на «надфакультетском»

уровне, в полной мере учитывая (синтезируя) все виды накапливаемых ресурсов университета (включая проработку соответствующих экономических и правовых вопросов). Подобная деятельность «вокруг UXV» позволит готовить эксплуатантов и создателей беспилотных аппаратов на высоком уровне, требующем освоения передовых технологий создания, информационного обеспечения и эксплуатации беспилотных аппаратов. Такие технологии способны эффективно парировать грядущие вызовы разворачивающегося в мире нового экономического уклада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автономные подводные роботы / М.Д. Агеев, В.В. Золотарев, А.В. Инзарцев, Б.А. Касаткин, Л.В. Киселев, Ю.В. Матвиенко, Н.И. Рылов, А.Ф. Щербатюк // Системы и технологии. М., Наука, 2005.

2. Анцев Г.В., Сарычев В.А. Боевые роботы должны стать UXV // Радиоэлектронные технологии. 2016. № 2.

3. Биард Р.У., Мак Лэйн Т.У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. М., Техносфера, 2015.

4. Системы управления летающими роботами / Г.В. Анцев, В.А. Сарычев, В.А. Тупиков, Л.С. Турнецкий // Гироскопия и навигация. 2002. № 4.

5. Мониторинговые комплексы с беспилотными летательными аппаратами разработки ОАО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс» / Г.В. Анцев, В.Л. Андреев, А.Д. Барабанов, Р.В. Иванов, Л.С. Турнецкий, В.А. Тупиков // Труды I Московского международного форума «Беспилотные многоцелевые комплексы в интересах ТЭК». М., 2007.

6. Проблемы создания разведывательного комплекса с беспилотным вертолетом / Г.В. Анцев, А.Д. Барабанов, Л.С. Турнецкий, А.Б. Землянов, В.А. Сарычев // Известия РАРАН. 2007. № 2.

7. Управление и навигация дистанционно пилотируемых вертолетов / В.Л. Андреев, Г.В. Анцев, А.Д. Барабанов, Л.С. Турнецкий, Р.В. Иванов // Гироскопия и навигация. 2006. № 1.

8. Анцев Г.В., Тупиков В.А., Турнецкий Л.С. Малогабаритные мониторинговые комплексы // Военный парад. 2006. № 5.

9. Создание в ОАО «НПП «Радар ммс» беспилотных вертолетных комплексов в интересах решения морских задач / Г.В. Анцев, А.Д. Барабанов, Е.В. Дмитриев, С.К. Колыгин, А.А. Макаренко, Л.С. Турнецкий // Сборник докладов научно-технической конференции «Состояние, проблемы и перспективы создания корабельных информационно-управляющих комплексов». М.: ОАО «Концерн «Моринформсистема-Агат», 2009.

10. Анцев Г.В., Тупиков В.А., Турнецкий Л.С. Авиационные комплексы ОАО «НПП «Радар ммс» с дистанционно пилотируемыми летательными аппаратами // Вестник авиации и космонавтики. 2007. № 1.

11. Вопросы подготовки пилота-оператора дистанционно пилотируемого вертолета / Г.В. Анцев, В.Л. Андреев, Р.В. Иванов, Е.Б. Козлов, Л.С. Турнецкий, В.А. Тупиков // Мир авионики. 2004. № 3.

12. Каляев И.А. Стратегии группового управления в распределенных системах: материалы научно-технического семинара «Управление в распределенных сетецентрических и мультиагентных системах». СПб., 2010.

13. Меркулов В.И., Липатов А.А. Научно-технические проблемы оптимального управления группами робототехнических комплексов воздушного базирования // Фазотрон. 2014. № 2.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анцев Георгий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, генеральный директор – генеральный конструктор, АО «НПП «Радар ммс», АО «Концерн «Моринформсистема «Агат», электронный адрес: ancev@radar-mms.com.

Елисеев Борис Петрович, доктор технических наук, профессор, ректор МГТУ ГА, электронный адрес: info@mstuca.aero.

Сарычев Валентин Александрович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник АО «НПП «Радар ммс», АО «Концерн «Моринформсистема «Агат», электронный адрес: sarychev va@radar-mms.com.

UNMANNED AERIAL VEHICLES AND PERSONNEL TRAINING

Georgiy V. Antsev
Concern Morinformsystem-Agat JSC, Moscow, Russia, ancev@radar-mms.com
Boris P. Eliseyev
Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia, info@mstuca.aero
Valentin A. Sarychev
Concern Morinformsystem-Agat JSC, Moscow, Russia, sarychev va@radar-mms.com

ABSTRACT

The article considers a specific class of unmanned aerial vehicles called UXV in foreign literature which is supposed to be the basis of personnel training technologies both for UAV designers and operators. In addition to the unified UAV which are designed for quite an extended and particular application there is a necessity of designing and using unique UAV solving specific problems. Research and personnel training in higher education institutions concerning UAV range of problems are supposed to be conducted within UAV perspective. Considering cross-disciplinary nature of such activities it must be developed and executed at «above-faculty» (even taking into account all the accumulated university resources that will allow to train UAV operators and developers at a high level requiring to adopt advanced technologies to design, provide information and operate UAV. Similar technologies are capable of parring efficiently future challenges new worldwide developing economic structure.

Key words: unmanned aerial vehicles, UXV, advanced technologies, personnel training.

REFERENCES

1. Ageyev M.D., Zolotarev V.V., Inzartsev A.V., Kasatkin B.A., Kiselev L.V., Matviyenko Yu.V., Rylov N.I., Shcherbatyuk A.F. Avtonomnye podvodnye roboty. Sistemy i tekhnologii. M.: Nauka, 2005. (in Russian)

2. Antsev G.V., Sarychev V.A. Boyevye roboty dolzhny stat UXV. Radioelektronnye tekhnologii, 2016, № 2. (in Russian)

3. Biard R.U., Mak Leyn T.U. Malye bespilotnye letatelnye apparaty: teoriya i praktika. M.: Tekhnosfera, 2015. (in Russian)

4. Antsev G.V., Sarychev V.A., Tupikov V.A., Turnetsky L.S. Sistemy upravleniya letayushchimi robotami. Giroskopiya i navigatsiya, 2002, № 4. (in Russian)

5. Antsev G.V., Andreyev V.L., Barabanov A.D., Ivanov R.V., Turnetsky L.S., Tupikov V.A. Monitoringovye kompleksy s bespilotnymi letatelnymi apparatami razrabotki OAO "Nauchno-proizvodstvennoye predpriyatiye "Radar mms". Trudy 1 Moskovskogo mezhdunarodnogo foruma "Bespilotnye mnogotselevye kompleksy v interesakh TEK". M., 2007. (in Russian)

6. Antsev G.V., Barabanov A.D., Turnetsky L.S., Zemlyanov A.B., Sarychev V.A. Problemy sozdaniya razvedyvatelnogo kompleksa s bespilotnym vertoletom. Izvestiya RARAN, 2007, № 2. (in Russian)

7. Andreyev V.L., Antsev G.V., Barabanov A.D., Turnetsky L.S., Ivanov R.V. Upravleniye i navigatsiya distantsionno pilotiruyemykh vertoletov. Giroskopiya i navigatsiya, 2006, № 1. (in Russian)

8. Antsev G.V., Tupikov V.A., Turnetsky L.S. Malogabaritnye monitoringovye kompleksy. - Voyenny parad, 2006, № 5. (in Russian)

9. Antsev G.V., Barabanov A.D., Dmitriyev Ye.V., Kolygin S.K., Makarenko A.A., Turnetsky L.S. Sozdaniye v OAO "NPP "Radar mms" bespilotnykh vertoletnykh kompleksov v interesakh resheniya morskikh zadach. Sbornik dokladov nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Sostoyaniye, problemy i perspektivy sozdaniya korabelnykh informatsionno-upravlyayushchikh kompleksov". M.: OAO "Kontsern "Morinformsistema-Agat", 2009. (in Russian)

10. Antsev G.V., Tupikov V.A., Turnetsky L.S. Aviatsionnye kompleksy OAO "NPP "Radar mms" s distantsionno pilotiruyemymi letatelnymi apparatami. Vestnik aviatsii i kosmonavtiki, 2007, № 1. (in Russian)

11. Antsev G.V., Andreyev V.L., Ivanov R.V., Kozlov Ye.B., Turnetsky L.S., Tupikov V.A. Voprosy podgotovki pilota-operatora distantsionno pilotiruyemogo vertoleta. Mir avioniki, 2004, № 3. (in Russian)

12. Kalyaev I.A. Strategii gruppovogo upravleniya v raspredelennykh sistemakh. – Materialy nauchno-tekhnicheskogo seminara "Upravleniye v raspredelennykh setetsentricheskikh i multiagentnykh sistemakh". SPb., 2010. (in Russian)

13. Merkulov V.I., Lipatov A.A. Nauchno-tekhnicheskiye problemy optimalnogo upravleniya gruppami robototekhnicheskikh kompleksov vozdushnogo bazirovaniya. Fazotron, 2014, № 2. (in Russian)