

Классификация БПЛА и системы их интеллектуального управления

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского „ХАИ”
Государственное предприятие «АНТОНОВ»*

На базе обобщения известных классификаций и тактико-технических характеристик существующих беспилотных летательных аппаратов предложена их классификация по основным признакам: 1) использование; 2) тип системы управления; 3) правила полета; 4) класс воздушного пространства (ВП); 5) тип ЛА; 6) тип крыла; 7) способ взлета/посадки; 8) тип двигателя; 9) топливная система; 10) тип топливного бака; 11) количество использований; 12) категория (с учётом массы и максимальной дальности действия); 13) радиус действия; 14) высота полета; 15) функциональное назначение. Направления разработок в области – ИИ для БПЛА.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат (БПЛА), беспилотная авиационная система (БАС), классификация БПЛА, основные признаки БПЛА, искусственный интеллект (ИИ).

Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с каждым днем становятся все более востребованными во всем мире, о чем свидетельствует рост количества БПЛА различных классов на авиационных выставках мира. Такая популярность этого класса ЛА обусловлена рядом преимуществ перед пилотируемой авиацией для решения широкого спектра задач, главным из которых является отсутствие экипажа, относительно небольшая стоимость БПЛА, малые затраты на их создание, производство и эксплуатацию, большие продолжительность и дальность полета [1].

БПЛА, или беспилотные самолеты – дроны (англ. drone) стали разрабатываться в 1960-е гг. Это по существу боевые роботы, но в основе своей не с ИИ. По разрозненным ориентировочным данным, на 2012 г. вооруженные силы 45 государств используют свыше 90 типов таких аппаратов.

Значительная часть беспилотной авиационной и космической техники с момента появления уже имела признаки интеллекта. Это автопилот (даже в механической аналоговой версии) или летательные аппараты, способные самостоятельно менять траекторию полета, «оценивать» некоторые собственные параметры от датчиков на борту, принимать «решения» о выполнении или невыполнении задач в зависимости от обстоятельств и т.д. Однако это все же не интеллект в привычном для человека понимании.

Наиболее распространенные – военные БПЛА – наделены множеством положительных качеств, главное из которых – сохранение жизни пилота. Но при этом они имеют один глобальный недостаток: возможность потери связи с центром управления полетами (далее ЦУП) из-за отсутствия алгоритма, гарантирующего его успешные автономные действия в сложных, а порой непредвиденных ситуациях.

Однако эксперты во всем мире пока говорят, что о наличии ИИ у БПЛА можно сказать с натяжкой, так как это больше имитация, чем интеллект. Цель ученых и разработчиков на ближайшие годы – предоставить машинам еще большую свободу действий, наделив их способностью принимать самостоятельные, эффективные, а главное – безошибочно точные решения.

Гражданское и коммерческое применение БПЛА еще недостаточно хорошо развито, хотя область потенциального использования БПЛА весьма обширна и включает в себя доставку грузов, мониторинг окружающей среды (мониторинг загрязнений, наблюдение за погодой и решение научных задач), мониторинг лесных пожаров, обеспечение национальной безопасности, патрулирование границ, препятствование ввозу наркотиков, воздушную разведку и картографирование, а также контроль дорожного движения, точное земледелие, оказание помощи при стихийных бедствиях, ретрансляторы специализированной сети связи, исследования в области сельского хозяйства и спасение пострадавших.

Для обеспечения необходимого уровня решения многих из указанных выше задач требуются повышение надежности и безопасности использования беспилотных авиационных комплексов (БАК), обеспечение простоты эксплуатации и снижение стоимости таких комплексов. Помимо этих технических и экономических проблем предстоит еще преодолеть административные проблемы интеграции беспилотных летательных средств в национальное и международное воздушное пространство.

Классификации БПЛА

На основании анализа известных публикаций предлагается классифицировать БПЛА по 15 базовым признакам [2]:

- 1) использование;
- 2) тип системы управления;
- 3) правила полета;
- 4) класс ВП;
- 5) тип ЛА;
- 6) тип крыла;
- 7) способ взлета/посадки;
- 8) тип двигателя;
- 9) топливная система;
- 10) тип топливного бака;
- 11) количество использований;
- 12) категория (с учётом массы и максимальной дальности действия);
- 13) радиус действия;
- 14) высота полета;
- 15) функциональное назначение.

1. По использованию БПЛА разделяют на: военные (ВА), гражданские (ГА) и антитеррористические (АА). В свою очередь, гражданские (соответственно лицензиям для пилотов, указанных в скобках) могут быть: государственными (Гос) (National Private Pilots Licence (NPPL)); частными (Чст) (Private Pilots Licence (PPL)); коммерческими (Ком) (Commercial Pilots Licence (CPL)); транспортными (Тр) (Airline Transport Pilot Licence (ATPL)) [3 – 11, 17 – 30].

2. По типу системы управления (для одного БПЛА) можно классифицировать как дистанционно пилотируемые (тип 0); дистанционно управляемые (тип 1); автоматические (тип 2); дистанционно управляемые авиационной системой (тип 3); беспилотно-автоматические-1, использующие зональную навигацию 1-й категории ЗН-I (тип 4-I); беспилотно-автоматические-2, использующие ЗН-II (тип 4-II). Дистанционно пилотируемые (ДПЛА) (Direct) – управляются непосредственно оператором в зоне видимости через наземную станцию. Дистанционно управляемые (ДУЛА) (Monitored) – работают автономно,

но могут потенциально управляться пилотом или оператором, использующим только обратную связь, через другие подсистемы контроля. Автоматические (БАЛА) (Autonomous & Non-Adaptive) – выполняют предварительно запрограммированные действия без управления пилотом и не имеют возможности изменять план действий во время полёта или адаптироваться к внешним изменениям, но многократные могут перепрограммироваться перед каждым вылетом с учётом изменения окружающей среды и собранного материала на предыдущих вылетах. Дистанционно управляемые авиационной системой (ДУАС) (Supervisory) – выполняют низкоуровневое управление встроенными системами или наземной станцией, а высокоуровневое управление траекторией полёта и/или состояния контролируется оператором. Беспилотно-автоматические-I (БПАЛА-I) (Autonomous & Adaptive) – полётом управляют полностью встроенные системы БАС без вмешательства оператора или использования наземной станции, которые можно быть перепрограммировать с учётом изменений в среде или новых целях. БПЛА имеет возможность связи с другими подсистемами контроля и использует зональную навигацию 1-й категории (ЗН-I) (RNAV-I). Беспилотно-автоматические-II (БПАЛА-II) (Autonomous & Adaptive) – аналогичны БПАЛА-I, но используют ЗН-II (RNAV-II) 2-й категории. Такая классификация на типы согласно режиму управления полетом разрешает степени автоматизации или автономии БПЛА и рассматривается при разработке требований к действиям пилота и оператора БАС. Временные категории режима управления полетом по классам расположены в порядке увеличивающейся автоматизации или автономии и уменьшающейся традиционной возможности влияния на управление пилотом или оператором [2 – 6, 12, 13, 15, 17 – 26, 28 – 30, 35, 36].

3. По правилам полётов БПЛА разделяют на визуальные, приборные и визуально-приборные. Если БПЛА находится и выполняет полёт в пределах видимости пилота, который управляет и контролирует его в светлое время суток, то полёт – визуальный, а если выполняется полёт в автоматическом режиме («автопилоте» для пилотируемых ЛА) не только в видимой зоне, но и в слепых зонах, а также в тёмное время суток с соответствующей системой управления, то полёт – приборный. Визуально-приборные – когда во время одного полёта используют визуальные и приборные правила (например, взлёт и посадка – визуальные, а основная часть полёта – приборная) [3 – 6, 11, 23 – 26, 28 – 30, 36].

4. По используемому классу ВП БПЛА можно разделить на сегрегированные и несегрегированные. В свою очередь, несегрегированные бывают класса А, В и С. Сегрегированные – выполняют полёты в сегрегированном ВП (запретных зонах, зонах ограничения полетов, а также специальных зонах полётов для БПЛА (если это предусмотрено авиационными стандартами государства)), а несегрегированные – соответственно в несегрегированном ВП классов А, В, С, где необходимы соответствующие бортовое оборудование, лицензии и разрешения служб организации и обслуживания воздушного движения (ОрВД и ОВД соответственно) [3 – 6, 10, 11, 23 – 26, 28 – 30, 36].

5. По типу ЛА БПЛА классифицируют как на: самолётные, вертолётные и конвертоплановые. Самолётный и вертолётный типы имеют соответствующие внешний вид и характеристики самолёта и вертолёта, а конвертоплановый – объединяет эти два типа [3 – 6, 9, 11, 15 – 30].

6. По типу крыла БПЛА бывают фиксированными и плавающими (меняющими форму (Ф), положение (П), размер (Р) во время взлёта/посадки и выполнения полёта). Фиксированные – как правило, самолётного и вертолётного типов, использующие фиксированное крыло, а плавающие – используются в конвертопланах, имеющих плавающее крыло [16-19, 30].

7. БПЛА можно разделить по направлению взлёта и направлению посадки (способу реализации подъёмной силы). По направлению взлёта БПЛА бывают: горизонтальными (Г), вертикальными (В), мультиподъёмными. По направлению посадки БПЛА разделяют на горизонтальные, вертикальные, парашютные (П), мачтовые (М), беспосадочные (Б), мультиспускосые (используют комбинации Г, В, П, М и Б типы посадки) [3 – 6, 9, 18 – 22, 28, 30].

8. По типу двигателя БПЛА могут быть: электрические (ЭД), гибридные и двигатели внутреннего сгорания (ДВС), которые, в свою очередь, разделяют на поршневые (ПД), реактивные двигатели (РД), газотурбинные (ГТД), прямопоточные воздушно-реактивные (ПВРД) [9, 16 – 19, 28, 30].

9. По топливной системе БПЛА разделяют на монозаправочные (одноразовые) и полизаправочные (многоцветные). Монозаправочная – одноразовая заправка топливной системы, выполняемая в производственных условиях производителем на заводе, а полизаправочная – многоцветная заправка [30], которая может, в свою очередь, быть наземной (выполняется на земле), платформенной (морская на борту морского судна), бортовой (на борту пилотируемого ЛА, предназначенного для перевозки, запуска и заправки БПЛА), полётной (заправка в воздухе во время полёта ЛА заправщиком).

10. По типу топливного бака БПЛА бывают базовыми и базово-резервными. Базовые БПЛА имеют основной топливный бак, а базово-резервные – основной и резервные топливные баки [30].

11. По количеству использований, в зависимости от топливной системы, могут быть одноразовыми (беспосадочными; посадочными) и многоцветными [12, 13, 15 – 22, 30, 36].

12) По категориям БПЛА (с учётом массы и максимальной дальности действия) разделяют на тактические, оперативно-тактические, оперативные, оперативно-стратегические, стратегические, специальные [7 – 15, 17 – 23, 26, 29].

По массе (взлётной и полезной нагрузки) в зависимости от категории БПЛА разделяют на нано (Nano) с массой менее 0,025 кг; микро (Micro (μ)) с максимальной взлётной массой – до 5 кг; мини (Mini) менее 20 ... 150 кг; сверх лёгкие (CR) 25 ... 150 кг; лёгкие (SR) 50 ... 250 кг; средние (MR) 150 ... 500 кг; среднетяжёлые (MRE) 500...1500 кг; тяжёлые низковысотные (LADP) 250...2500 кг; лёгкие (низковысотные большой продолжительности полёта/LALE) 150...250 кг; тяжёлые средневысотные (средневысотные большой продолжительности полёта/MALE) 1000...1500 кг; тяжёлые высотные (высотные большой продолжительности полёта/HALE) 2500...5000 кг; беспилотные боевые самолёты (UCAV), камикадзе (Lethal/LETH), мираж (Decoy/DEC), стратосферные (STRATO), экзостратосферные (EXO), космические (SPACE) более 1000 кг [3 – 6, 9, 11 – 22, 24 – 26, 28 – 30].

По максимальной дальности действия, в зависимости от категории: Nano – менее 1 км; Micro – менее 10 км; Mini – менее 30 км; CR – 10...30 км; SR – 30-80 км; MR – 80...200 км; MRE – 200...500 км; LADP – 250...800 км; LALE – 500 – более 800 км; MALE – 500 – более 800 км; HALE – более 2000 км; UCAV, Lethal (LETH), Decoy (DEC), Stratospheric (STRATO), экзостратосферные (EXO), космические (SPACE) – не менее 1500 км [3 – 9, 14 – 22, 24 – 26, 28 – 30].

13. По радиусу действия БПЛА бывают: ближнего, малого, среднего и дальнего радиуса, большой продолжительности полёта. Ближнего радиуса действия – до 40 км, малого – до 70 км, среднего – до 300 км, дальний – до 1500 км, большой продолжительности – не менее 1500 км [3 – 6, 9, 12 – 22, 24 – 26, 28, 29].

14. По высоте БПЛА можно разделить на низковысотные, средневысотные, высотные. В свою очередь, низковысотные бывают гранично-маловысотными, маловысотными, низковысотными; средневысотные – низкосредневысотными, средневысотными, высокосредневысотными; высотные – стратосферными, суборбитальными, специально-высотными, орбитальными [3 – 6, 7, 9, 11, 13 – 28, 26, 28].

15. По функциональному назначению БПЛА бывают: наблюдательными, разведывательными, мониторинговыми, дистанционно-зондирующими, разведывательно-ударными, ударными, информационно-разведывательными, радиоэлектронной безопасности, радиоэлектронной борьбы, связи, транспортными, боевыми, истребительными, бомбардировочными, охранными, мишеневыми, многоцелевыми [3 – 9, 12, 13, 15 – 22, 24 – 30, 36].

Функциональное назначение взаимосвязано с соответствующими решаемыми задачами, которые, в свою очередь, зависят от всех названных выше тактико-технических характеристик и требований, предъявляемых к бортовому оборудованию для выполнения задач, поставленных перед БПЛА [3 – 13, 15 – 30, 36].

Направления разработок в области ИИ для БПЛА

Современное понятие беспилотной авиации довольно широкое. На старте создания более 50 лет назад БПЛА и не предполагалось оснащать «разумом». Аппарат под руководством оператора с ЦУП должен был выполнять заранее запрограммированные или выданные в реальном времени программы. Поэтому создавались ДПЛА — дистанционно пилотируемые летательные аппараты, которые сегодня можно купить в магазине детских игрушек в виде самолетов, вертолетов и прочих летающих объектов. Наличие интеллекта у ДПЛА не может существовать по определению, а вот БПЛА с начала 2000-х гг. стали трансформироваться в новое понятие «ИБПЛА» – интеллектуальные беспилотные летательные аппараты.

В основном не только зарубежные, но и некоторые отечественные ученые пытаются наделять БПЛА свойствами «думающего» механизма. Из наиболее интересных практических разработок можно выделить следующие, наделяющие БПЛА функциями ИИ:

1. Управление группой БПЛА, обладающей способностью различать военные и гражданские объекты с возможностью самообучения всей группы в целях адаптации к трудным условиям. БПЛА наделяются способностью распознавать вражеские и дружественные объекты, при этом, если «свои» будут действовать как «враги», БПЛА могут атаковать и их (Хайфский институт «Технион», Израиль, с 2005 г.). Однако, как в 2009 г. заявил профессор Шеффилдского университета Н. Шарки, роботы с ИИ смогут самостоятельно и надежно отделять «своих» от «чужих» только через 50 лет.

2. Сканирование и обнаружение других БПЛА, принятие решения об их уничтожении и как следствие – появление нового типа БПЛА, предназначенных только для борьбы с другими «беспилотниками». Сюда же относится создание дистанционных космических кораблей – убийц спутников с ИИ, обнаруживающих «врага» (проект Peregrine DARPA, с 2005 г., США) .

3. Способность к организации групповых действий БПЛА, в т.ч. смешанная группировка пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов (проект СКАТ, РСК «МиГ», с 2005 г., Россия).

4. Защита БПЛА собственного оборудования от некорректных команд оператора, которые могут привести к разрушению системы управления и самого БПЛА (проект «Хаски» компании KVAND, с 2007 г., Россия) .

5. Полное управление в автономном режиме: достижение заданного множества целей, видеосъемка, уход от опасных движущихся объектов, автономная навигация в движущейся среде с помощью системы компьютерного зрения, ядерной ассоциативной памяти и технологии нейроуправления на основе нейросетей (лаборатория искусственного интеллекта AILEN lab, с 2009 г., Украина).

6. Самообучающаяся система самостоятельного полета, взлета, посадки и выполнения фигур высшего пилотажа, ранее труднореализуемых на ДПЛА; повышение маневренности и увеличение живучести БПЛА (вертолета) под зенитным огнем противника в автономном от оператора режиме (Стэндфордский университет, с 2009 г., США).

7. Выполнение любых поставленных задач без участия оператора, в т.ч. в длительных полётах на сверхзвуковой скорости. БПЛА (самолет) осуществляет маневры и определяет цель, принимает решения об уничтожении атакующих его ракет. Участие в автономных беспилотных миссиях (проект Taranis, BAE Systems, с 2009 г., Великобритания).

8. Система помощи летчику относительно действий для выполнения полетного задания, самостоятельного нахождения цели, определения способов нейтрализации и уничтожения врага, самостоятельного выполнения задач и возвращения на базу в случае гибели пилота; а также прокладка маршрута с определением степени угрозы, которая возникает в ходе полета, и принятие решений о способах ее преодоления. Летательный аппарат можно применять и в гражданской сфере (Роствертол, с 2011 г., Россия).

9. Прогнозирование интенсивности солнечной и ветровой энергии для БПЛА с альтернативными двигателями и способность (в зависимости от этого) выбирать наиболее приемлемый вариант полета (Проект GreenFalcon II, Технологический университет Квинсленда (QUT), с 2011 г., Австралия).

10. Самодиагностика и самоустранение найденных неполадок на борту ракет нового типа до взлета и во время полета (Агентство аэрокосмического исследования (JAXA), с 2011 г., Япония).

11. Полностью автономная система управления: БПЛА (вертолет) сможет самостоятельно продолжить полет в условиях, когда не поступают команды от пилота (ранение, смерть или глушение противником связи с оператором ЦУП). Кроме того, помощь пилоту в сложных ситуациях посадки во время песчаной бури или на палубу авианосца во время шторма (проект «Matrix» компании «Sikorsky», с 2013 г., США).

12. У дрона, предназначенного для спасения тонущих людей в открытом океане, предусмотрена автоматическая система управления кораблями для выполнения поисково-спасательных работ. БПЛА использует собственную морскую базу, на которую возвращается после работы самостоятельно и автоматически заряжается от солнечных панелей, после этого вновь выполняет задания (проект Pars лаборатории RTS, 2013 г., Иран).

Заключение

Классификацию можно использовать (с учётом рекомендаций международных авиационных организаций, комитетов и групп) для разработки и

создания комплекса по защите информации БАС (аэронавигационной, управления, передаваемой как через узел связи) от уязвимостей и киберугроз.

При разработке требований к оборудованию БАК и информационных каналов, кроме классификации, также необходимо учитывать рекомендации международных авиационных организаций, комитетов и групп для определения степени возможных уязвимостей, угроз и атак.

Эксперты уверены, что основными техническими проблемами в создании современных БПЛА становятся фундаментальные разработки систем ИИ, но также необходимо развивать конструкцию самих аппаратов, их форму, двигатели, аэродинамику и т.д. Появление на борту автономных систем ИИ позволит БПЛА принимать самостоятельные решения о выполнении миссии и предотвратит опасность создания помех, перехвата управления и радиообнаружения противником.

БПЛА с ИИ – это летающий самообучающийся робот, новая ступень в научно-техническом развитии человечества. Это позиция передовых зарубежных экспертов в области ИИ.

Развитие систем ИИ уже в ближайшие десятилетия позволит решить задачу эффективного выполнения автономных миссий БПЛА. ВВС США считают, что необходимость в полноценных и дорогостоящих ЦУП в скором времени отпадет. Оператор будет только наблюдать за выполнением поставленных задач.

Вероятно, сегодня мы стоим на пороге качественного скачка возможностей беспилотной авиатехники. Вставшие со всей остротой и кажущиеся неразрешимыми проблемы поддержания связи летательного аппарата с наземной станцией управления (из-за постановки противником радиопомех, перехвата каналов управления и т.п.) на первое место выдвигают обеспечение режимов автономного управления комплексом и применения им оружия. Это будет реализовано на основе новых интеллектуальных систем автоматического управления полетом, последних достижений в области формирования баз данных целей, возможности автономной, прямо на борту «беспилотника», идентификации целей для принятия решения о применении оружия.

Список литературы

1. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие /А.Г. Гребеников, А.К. Мялица, В.В. Парфенюк и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьковский авиационный институт», 2008. – 377 с.
2. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. [Текст] А.Г. Корченко, О.С. Ильяш – НАУ, 2012. – Випуск 4(33)С. 27-36.
3. Глобальная эксплуатационная концепция ОрВД [Текст]: ICAO Doc 9854 AN/458 ИКАО. – Монреаль, Канада: ИКАО, 2005. – 100 с.
4. Организация воздушного движения [Текст]: ICAO. DOC 4444 ATM/501/ИКАО. – Монреаль, Канада: ИКАО, 2007. – 474 с.
5. Поправка № 3 18/11/10 к DOC 4444. ICAO. – Монреаль, Канада: ИКАО, 2010.
6. Беспилотные авиационные системы (БАС) [Текст]: ICAO CIR 328 AN/190 ИКАО. – Монреаль, Канада: ИКАО. 2011. – 66 с.
7. Дементьев Д.О. Бойові літальні комплекси в складі єдиної інформаційно-розвідувально-навігаційної ударної системи [Текст] / Д.О. Дементьев // Зб. наук. пр. Військового інституту Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2010. – Вип. 25. – С. 74-77.

8. Сальник, Ю.П. Аналіз технічних характеристик і можливостей безпілотних авіаційних комплексів оперативного-тактичного та тактичного радіуса дії армій розвинених країн [Текст] / Ю.П. Сальник, І.В. Матала // Військово-технічний зб. – 2010. – № 3. – С. 70-74.

9. Харченко, О.В. Класифікація та тенденції створення безпілотних літальних апаратів військового призначення [Текст] / О.В. Харченко, В.В. Кулешин, Ю.В. Коцуренко // Наука і оборона. – 2005. – № 1. – С. 47-54.

10. Луцький, М.Г. Розвиток міжнародного регулювання та нормативної бази використання безпілотних літальних апаратів [Текст] / М.Г. Луцький, В.П. Харченко, Д.О. Бугайко // Вісник НАУ. – 2011. – № 2. – С. 5-14. – ISSN 1813-1166.

11. Операции беспилотных летательных аппаратов в общей системе воздушного пространства [Текст] / A.Urbahs; V.Petrovs; K.Savkovs // Space and Global Security of Humanity Riga, 2010. – 21 с.

12. Ростопчин, В.В. Современная классификация беспилотных авиационных систем военного назначения [Электрон. ресурс] / В.В. Ростопчин, ООО "Техкомтех" // UAV.RU: Беспилотная авиация. – Электрон. дан. – 2003. – Систем. требования: ПО Adobe Reader. – Режим доступа: World Wide Web. – URL: <http://www.uav.ru/articles/bas.pdf>. – Загл. с экрана (просмотрено 29.10.2011).

13. Ростопчин, В.В. Беспилотные авиационные системы [Текст]: Основные понятия / В.В. Ростопчин, И.Е. Бурдун / ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. – 2009. – №4. – С. 82-88.

14. Ерохин, Е. Современная классификация российских БПЛА [Электронный ресурс] / Евгений Ерохин // MISSILES.RU: 1-й Российский сайт о ракетной технике и технологии. – Электрон. дан. – 2009. – Режим доступа: World Wide Web. – URL: http://www.missiles.ru/UAV_class.htm. – Загл. с экрана (просмотрено 29.10.2011).

15. Зинченко, О.Н. Беспилотные летательные аппараты [Электрон. ресурс]: Применение в целях аэрофотосъемки для картографирования (часть 1) / О.Н. Зинченко // Ракурс: Программные решения в области геоинформатики, цифровой фотограмметрии и дистанционного зондирования. – Электрон. дан. – М., Россия: Компания «Ракурс», 2011. – Режим доступа: World Wide Web. – URL: <http://www.racurs.ru/page=681>. – Загл. с экрана (просмотрено 29.10.2011, последнее обновление 27.09.2011).

16. Беспилотные летательные аппараты [Текст] / С.М. Ганин, А.В. Карпенко, Н.Н. Колногород, Г.Ф. Петров. – СПб.: Невский бастион, 1999. – 160 с.

17. Павлушенко, М. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития [Текст] / М. Павлушенко, Г. Евстафьев, И. Макаренко // Научные записки ПИР Центра: национальная и глобальная безопасность. – М.: Изд.-во «Права человека», 2005. – 612 с.

18. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов [Текст]: моногр. / К.К. Веремеенко [и др.]; под ред. М.Н. Красильщикова, Г.Г. Себрякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 554 с.

19. Reg Austin. Unmanned Aircraft systems; UAVS Design, Development and Deployment / Reg Austin. – A John Wiley and Sons, Ltd. Publication – 2010. – 332 p. – AIAA Education Series.

20. Classification of Unmanned Aerial Vehicles [Text] / Dr. Maziar Arjomandi – MECH ENG 3016 Aeronautical engineering – The University of Adelaide Australia, 2011. – 49 p.

21. Civil Aviation Safety Authority, Australia. "Unmanned Aircraft and Rocket Operations" [Text]: CASR Part 101. – Australia: CASR, January 2003. – 56 p.

22. Unmanned Aerial Vehicles for Rapid Environmental Assessment and Mine Countermeasures [Text]: DSTO-GD-0439 / Manuel de Sousa. – Adelaide, Australia: Defence Science and Technology Organisation "Maritime Operations Division", June 2005. – 18 p.
23. Unmanned Aerial Vehicles [Text]: Issues paper / Civil Aviation Authority of New Zealand. – 22 January 2007. – 21 p.
24. Advancing Unmanned Systems in Canada 2007-2010 [Text]/ Canadian Centre for Unmanned Vehicle Systems -2010. – 36 p.
25. Unmanned Air Vehicle Working Group Final Report [Electronic resource]: Draft / Transport Canada Civil Aviation Working Group, Inc. – Electronic data. - Transport Canada Civil Aviation Working Group, September 2007. – Software requirements: Adobe Reader 9.x or higher. – Mode of access: World Wide Web. – URL: <http://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/standards/general-recavi-uavworkinggroup-2266.htm>. – Description based on home page (viewed on Oct. 29, 2011). – Language: English.
26. Safety Considerations for operation of Unmanned Aerial Vehicles in the National Airspace System [Text]: Report No.ICAT-2005-1/ Roland E. Weibel and R. John Hansman; MIT International Center for Air Transportation Department of Aeronautics & Astronautics Massachusetts Institute of Technology Cambridge. - MA 02139 USA, March 2005. – 107p.
27. A Report Overview of the Civil UAV Capability Assessment [Electronic resource]: Draft / Timothy H. Cox, Christopher J. Nagy, Mark A. Skoog, Ivan A. Somers, Ryan Warner; NASA Dryden Flight Research Center; CSM, Inc. – Electronic data. — Washington, D.C., USA: NASA, 2005. -Software requirements: Adobe Reader 5.x or higher. - Mode of access: World Wide Web. - URL: http://www.nasa.gov/centers/dryden/pdf/111760main_UAV_Assessment_Report_Overview.pdf - Description based on home page (viewed on Oct. 29, 2011). - Language: english.
28. Chris J. Hodson. Civil Airworthiness for a UAV Control Station [Text]: This report is submitted to satisfy the project requirements of the Master of Science in Safety Critical Systems Engineering at the Department of Computer Science/Chris J. Hodson. - September 2008. - 119 p.
29. Unmanned Aircraft System Operations in UK. Airspace - Guidance [Text]: CAP 722 - Civil Aviation Authority - 6 April 2010. – 96p.
30. Unmanned Aerial Vehicles Systems Airworthiness Requirements (USAR) [Text]: STANAG 4671, NSA/0976 (2009)-JAIS/4671, Edition 1. - NSA - 9 may 2007. – 214 p.
31. Безпілотники Національного авіаційного університету [Електрон. ресурс]: Історія і сьогодення /Михаїл Матийчик. – Електрон. дані. - К.: Нац. авіац. ун-т, 2011. – Режим доступу: World Wide Web. - URL: <http://www.nau.edu.ua/uk/Science/GotoviRozrobky/bezpilotniki/> – Загл. с экрана (просмотрено 29.10.2011).
32. А-4К Альбатрос [Электрон. ресурс] / Беспилотные летательные аппараты БПЛА ДПЛА БЛА. Описания и технические характеристики беспилотников – Электронные данные - Беспилотные летательные аппараты, 8 июля 2011. – Режим доступа: World Wide Web. – URL: <http://bp-la.ru/a-4k-albatros/> - Загл. с экрана (просмотрено 29.10.2011).
33. Беспилотные аппараты [Электрон. ресурс]. Авиационная энциклопедия «Уголок неба». – Электронные данные - Авиационная энциклопедия «Уголок неба», 2010. – Режим доступа: World Wide Web. - URL: <http://airwar.ru/bpla.html> - Загл. с экрана (просмотрено 29.10.2011).
34. Boeing Scan Eagle [Электронный ресурс] / Avia Deja vu - Электронные данные - Avia Deja vu - Режим доступа: World Wide Web. - URL:

<http://crimso.msk.ru/Site/Crafts/Craft20732.htm> – Загл. с экрана (просмотрено 29.10.2011).

35. Unmanned Aircraft System Operations in UK. Airspace [Text]: CAP 722 Document: UAVS/001, Version 01. – Civil Aviation Authority – 7 April 2011. – 10 p.

36. Сотрудничество гражданских и военных органов при организации воздушного движения [Текст]: ICAO CIR 330 AN/189 ИКАО, утверждено Генеральным секретарём и опубликовано с его санкции. – Монреаль, Канада: ИКАО 2011 - 68 с.

Поступила в редакцию 12.12.2016

Класифікація БПЛА та системи їхнього інтелектуального керування

На основі узагальнення відомих класифікацій та тактико-технічних характеристик існуючих безпілотних літальних апаратів запропоновано їхню класифікацію, за основними ознаками: 1) використання; 2) тип системи керування; 3) правила польоту; 4) клас ПП; 5) тип ЛА; 6) тип крила; 7) спосіб зльоту/посадки; 8) тип двигуна; 9) паливна система; 10) тип паливного бака; 11) кількість використань; 12) категорія (з урахуванням маси і максимальної дальності дії); 13) радіус дії; 14) висота; 15) функціональне призначення. Напрями розробок – у галузі штучного інтелекту для БПЛА.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат (БЛА), безпілотна авіаційна система (БАС), класифікація БЛА, основні ознаки БЛА, штучний інтелект (ШІ).

UAV Classification and Intelligent Management Systems

According to a generalization of common classifications and performance characteristics of existing Unmanned Air Vehicles, this article calls attention to its classification which is based on 15 the fundamental features: 1) aircraft applications; 2) type of a control system; 3) flight rules; 4) airspace classification; 5) aircraft types; 6) wing types; 7) takeoff/landing direction; 8) aircraft engine types; 9) fuel system; 10) fuel tank types; 11) number of exploitations; 12) category (according to the weight and range); 13) flight radius; 14) flight altitude; 15) Aircraft Functions. Direction development in the area of AI for UAV.

Keywords: Unmanned Air Vehicle (UAV), Unmanned Air Vehicle System, classification of UAV, fundamental features of UAV, artificial intelligence (AI).

Сведения об авторах:

Федоров Сергей Иванович — Зам. Главного конструктора, ГП «Антонов», Украина.

Хаустов Андрей Вячеславович — Зам. начальника отдела, ГП «Антонов», Украина.

Крамаренко Тимофей Михайлович — ведущий инженер-конструктор, ГП «Антонов», Украина.

Долгих Вячеслав Сергеевич — студент VI курса, техник 1 категории, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», ГП «Антонов», Украина.