

СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ростопчин В.В.
ООО «Техкомтех»

Особенностью нынешнего времени является чрезвычайно быстрый и интенсивный процесс развития робототехнических систем военного назначения. Понадобилось всего 10 лет, чтобы полностью изменились представления о месте, роли и задачах, решаемых беспилотной авиационной техникой в боевых действиях. Учитывая это, целью данной статьи является попытка классификации беспилотных авиационных систем (БАС) на основе имеющегося научно-технического задела, особенностей их применения и перспектив развития информационных и самолетостроительных технологий.

Некоторые основные понятия и термины

Все понятия и термины будем рассматривать в контексте рассматриваемых антропогенных (искусственных, созданных человеком для выполнения определенных функций) эргатических (человеко-машинных) технических систем: авиационных робототехнических систем.

Система. В настоящее время в современной научной литературе существует весьма большое количество близких по смыслу определений понятия *система*. В пределах данной статьи остановимся на следующем. Под *системой* понимается целостный материальный объект или их совокупность, представляющие собой закономерно обусловленную совокупность функционально взаимодействующих элементов [1]. *Элементы системы* – относительно обособленные части системы (структурные элементы). Они, не являясь системами одного типа, при непосредственном взаимодействии между собой порождают систему. *Подсистема* – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, реализующих определенную группу функций системы. Системы, обладающие многоуровневостью (иерархичностью) называются *сложными системами* [2]. Система не всегда может быть эргатической.

Комплекс. Понятие комплекс близко к понятию система, что и вызывает путаницу. Особенно в высказываниях чиновников. *Комплекс* представляет собой набор (совокупность) структурных и функциональных элементов (подсистем) системы, предназначенных для функционирования системы. Например, есть понятие боевой авиационный комплекс (БАК) [3]. Под БАК принято понимать совокупность ЛА, средств боевого управления применением ЛА, средств наземного контроля технического состояния ЛА, инженерно-авиационного и аэродромно-технического обеспечения применения ЛА и авиационных средств поражения. Структурные элементы (подсистемы), преобразующие комплекс в систему путем формирования связей различного типа (информационных, информационно-управляющих и т.п.) между структурными элементами системы в комплекс не входят. Т.е., летчик и технический экипаж в комплекс не входят. Или: комплекс с беспилотным летательным аппаратом (БЛА). В это понятие входят БЛА, транспортная, заряжающая и другая обеспечивающая техника (СНОП), технические устройства, формирующие каналы связи и передачи информации, устройства обработки информации и т.п. без специалистов, эксплуатирующих комплекс и его структурные элементы. Сам по себе комплекс никакой функции выполнить не может.

Статические системы. Статическими системами принято называть системы с неизменной во времени и пространстве структурно-функциональной организацией.

Динамические системы. Динамическими системами называются системы, позволяющие, в зависимости от условий и целевой функции, изменять в заданном направлении свою структурно-функциональную организацию. Как правило, динамическими системами могут быть только сложные системы. Например, совокупность систем на основе БЛА различного назначения: система наблюдения + система детальной разведки + ударная система. В любое время целевая функция такой динамической системы может быть изменена, а соответственно и ее структурно-функциональная организация. Естественно, что формирование такой системы возможно при условии совместимости каналов передачи и обработки информации, связи и управления.

Ключевой элемент структуры. Под ключевым элементом структуры следует понимать такой элемент, который своими функциональными назначением и поведением объединяет комплекс подсистем или структурных элементов в единую целостную систему. Например, есть понятие **пилотируемый боевой самолет**. Как правило, в это понятие входит все: планер, силовая установка, бортовые подсистемы и комплексы, бортовые средства поражения целей и т.п., кроме летчика. По сути дела, **пилотируемый боевой самолет** должен быть отнесен к комплексу бортовых устройств и систем. Понятно, что сам по себе пилотируемый боевой самолет никакой практической задачи выполнить никогда не сможет. Требуются пилот и технические специалисты (иногда, правда, обходятся и без них). Но, именно летчик, являясь ключевым элементом структуры, объединяет своим интеллектом и физиологией (воспринимает и обрабатывает информацию от внешней среды и элементов кабинного интерьера, планирует и реализует через органы управления функциональное поведение ЛА) комплекс бортовых устройств и подсистем в систему, и путем выполнения своих функций через функциональное поведение реализует целевое назначение боевого самолета. Технические специалисты являются важными, но не определяющими структурными элементами и только **обеспечивают** реализацию функционального назначения боевого самолета путем поддержания его технического состояния и приведения снаряжения ЛА к варианту, соответствующему требованиям выполняемых функций. В этом случае **пилотируемый боевой самолет с летчиком и специалистами** уже является эргатической (человеко-машинной) системой¹.

Функциональное назначение. Функциональное назначение является важнейшей характеристикой структурного элемента и определяет его место в системе. Функциональное назначение может быть сформулировано в виде одной основной функции для элемента или некоторым множеством функций для подсистемы.

Функциональное поведение. Под функциональным поведением структурного элемента системы следует понимать совокупность действий, обусловленных его функциональными степенями свободы и внутренними алгоритмами (если они есть), позволяющими формировать программу действий для выполнения своих функций и их практической реализации.

Системы с искусственным интеллектом². Правильнее было бы называть **интеллектуальные системы управления**. Автор предлагает рассматривать понятие искусственного интеллекта в соответствии с принципами и подходами, изложенными в [4, 5]. Таким образом: **интеллектуальная система управления** – система управления, обладающая целенаправленной свободой выбора своих управляющих решений. Неизменным атрибутом таких систем управле-

¹ Непонимание руководителями различного уровня места и роли человека в структуре вооружений привело к страшным перекосам: человек зачастую выполняет свои функции на пределе своих физиологических возможностей при полном отсутствии обоснованной мотивации для реализации своих функций. Сегодня при создании образцов новой техники свойства человека (динамические, психические или физиологические), как элемента эргатической системы, вообще не рассматриваются. Отсюда высокий уровень аварийности в отечественных эргатических системах.

² ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: раздел информатики, включающий разработку методов моделирования и воспроизведения с помощью ЭВМ отдельных функций творческой деятельности человека, решение проблемы представления знаний в ЭВМ и построение баз знаний, создание экспертных систем, разработку т. н. интеллектуальных роботов (Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия, 2002).

ния является наличие баз знаний и баз данных. Как правило, современные интеллектуальные системы управления имеют одну особенность: их базы знаний и данных имеют строго целевую ориентацию. Поэтому область применения таких систем управления ограничена целевой функцией объекта, которым она управляет. Например, головка самонаведения ракеты, управляющая поведением ракеты, летящей к цели. Трудно себе представить другую область применения этого устройства, кроме той, в которой она используется.

Учитывая современный уровень развития элементной базы вычислительной техники и тенденции в ее развитии, есть смысл выделить группу интеллектуальных систем управления, находящихся на более высоком уровне совершенства: *системы управления с элементами искусственного разума*. Такие системы управления имеют многопрофильные базы знаний и данных, осуществляют самостоятельное непрерывное и активное их пополнение, формируют управляющие решения в условиях неопределенности на основе построения аналогий из смежных областей знаний. Как правило, такие системы управления сами по себе являются сложными системами с большим числом иерархических уровней. Например, система управления опытной ДУАС (дистанционно управляемой авиационной системы) «Бумеранг»³ (Рис. 1) построена на принципах открытой архитектуры и имеет 6 иерархических уровней. На каждом из уровней имеется своя совокупность интеллектуальных систем управления подсистемами ЛА и совмещенными базами знаний, базами данных: собственного состояния, планирования поведения и состояния окружающей среды (контуры согласования). Каждый из уровней отличается диапазоном ответственности управляющих решений.



Рис. 1. ДУАС «Бумеранг» (Россия).

Классификационные признаки. Приоритетность

Учитывая, что классификация сама по себе вещь весьма произвольная, целесообразно опираться на преследуемую цель. Отразить преследуемую цель помогает приоритетность признаков. В данной статье автор преследует две цели:

- определить перспективы развития БАС как класса или вида оружия;
- рассмотреть возможные (целесообразные) ниши в структуре вооружений, которые могут быть заполнены БАС.

Под БАС следует понимать совокупность комплекса с БЛА (туда входит и наземный пункт дистанционного управления - НПДУ) с людьми, управляющими им и обеспечивающими его функционирование, и каналами управления и связи с потребителями результатов функционирования БАС (Рис. 2).

³ «Вестник воздушного флота», №2-6, 2001 г.



Рис. 2. Дистанционное пилотирование ДПЛА «Аист».

При определении перспектив развития БАС как класса (вида) оружия есть смысл использовать в качестве основного классификационного признака *уровень функциональной самостоятельности ЛА*, входящего в БАС. Целесообразность применения этого признака определяется тем, что он интегрально учитывает не только уровень технического совершенства, но и уровень развития информационно - логистических систем⁴. В этом случае, в зависимости от уровня функциональной самостоятельности ЛА, можно построить типовой ряд БАС, принципиально отличающихся друг от друга. Уровень функциональной самостоятельности ЛА при выполнении задачи определяется степенью вмешательства (участия) оператора в управление функциональным поведением ЛА. Степень вмешательства (участия) оператора зависит от уровня «интеллектуальности» ЛА. Обычно в БАС применяется так называемый «распределенный» интеллект, т.е. одна часть функций управления функциональным поведением отдана системе автоматического управления ЛА, а вторая часть реализуется оператором, находящимся на пункте управления (наземный, надводный, мобильный или стационарный). В связи с этим, можно выделить четыре группы БАС по типу применяемого БЛА:

1. БАС с дистанционно пилотируемым летательным аппаратом (ДПЛА⁵);
2. БАС с беспилотным автоматическим летательным аппаратом (БПАЛА). Слово *беспилотный*, могло бы быть лишним, если бы не баллистические ЛА (снаряды, НУРСы и т.п.) и ЛА, использующие аэростатические принципы полета (воздушные шары-зонды и т.п.);
3. БАС с дистанционно управляемым летательным аппаратом (ДУЛА);
4. БАС с ЛА - дистанционно управляемой авиационной системой (ДУАС).

Дистанционно пилотируемый ЛА (ДПЛА) – ЛА, непрерывное управление всеми функциями и устройствами которого осуществляется тем или иным способом с подвижного или неподвижного пункта управления (Рис. 3). В БАС с ДПЛА все функции управления функциональным поведением ЛА отданы оператору на земле.

⁴ Информационно - логистические системы: системы управления информацией и элементами структуры в целях решения единой задачи.

⁵ Посыл о том, что где-то в недрах какого-то министерства несколько десятилетий назад стали все называть ДПЛА, кроме подтверждения падения общего уровня профессиональной грамотности ни о чем другом не говорит. Некоторые разработчики беспилотной техники, используя общее состояние развала, уже договорились до того, что надо делать только БЛА - наблюдатели, действительно ДПЛА. Все остальное, по их мнению, и не так называется, и шумно взлетает, и не так и не туда летает и т.д. А чем будем вскрывать объекты в оперативной глубине противника? А как управлять ДПЛА на удалении более 300 км? Ответов не дают. Вместо этого какие-то маловразумительные общие рассуждения.



Рис. 3. ДПЛА «Аист».

Беспилотный автоматический ЛА (БПАЛА) – ЛА, реализующий свое функциональное назначение в автоматическом режиме в соответствии с заложенными в его систему управления алгоритмом и программами функционирования (Рис. 4, 5). В БАС с БПАЛА все функции управления функциональным поведением ЛА определены программным комплексом и базой данных, используемых в САУ. Первым БПАЛА, широко применяемым в боевых действиях следует признать германский «ФАУ-1» (V-1).

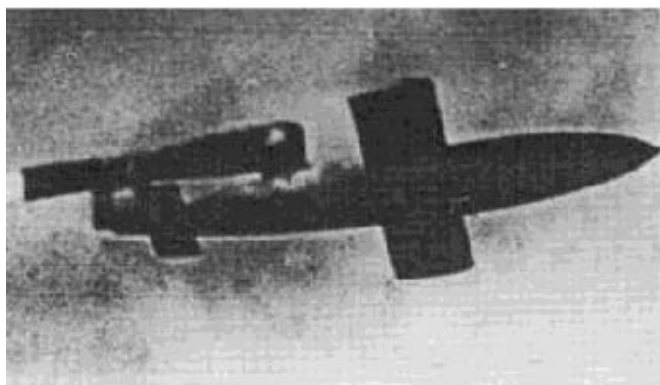


Рис. 4. V-1.



Рис. 5. БПАЛА Ту-141 «Стриж».

Дистанционно управляемый ЛА (ДУЛА) - ЛА, непрерывное управление функциональным поведением которого осуществляется тем или иным способом с подвижного или неподвижного пункта управления. Это тип БЛА, сочетающий в себе достоинства ДПЛА и БПАЛА. В БАС с таким БЛА у оператора появилась возможность влиять непосредственно на результат функционирования ЛА, не отвлекаясь на выполнение локальных задач непосредственного пилотирования ЛА.

Дистанционно управляемая авиационная система (ДУАС) – ЛА, автономно реализующий свое функциональное предназначение путем формирования и выполнения внутренних динамических алгоритмов функционального поведения при эпизодическом вмешательстве оператора боевого управления для перенацеливания или постановки новой боевой задачи (Рис. 6). ДУАС представляет собой целевую техническую систему нижнего структурно-организационного уровня БАС и, по сути, является аналогом пилотируемого летательного аппарата (ПЛА). В БАС с ДУАС функции оператора сводятся к **управлению задачами групп ДУАС** и контролю их поведения.

Остальные признаки выбраны в соответствии с принятыми подходами к классификации ЛА, но с учетом специфики расчета и проектирования БЛА (снижение массы при выполнении одинаковой с ПЛА боевой задачи, изменение требований к прочности и надежности, увеличение или снижение уровня эксплуатационных перегрузок и т.п.). Результат сведен в сводную таблицу (Таблица 1):

КЛАССИФИКАЦИЯ БАС

Таблица 1

<p>По функциональному назначению БАС:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Наблюдательные БАС ▪ Разведывательная БАС ▪ Разведывательно-ударная БАС ▪ Ударные БАС ▪ Бомбардировочные БАС ▪ Истребительные БАС ▪ БАС РЭБ ▪ Транспортные БАС ▪ БАС - мишени ▪ БАС - имитаторы цели ▪ Многоцелевые БАС 	<p>По глубине действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ БАС поля боя ▪ Тактическая БАС ▪ Оперативно-тактическая БАС ▪ Оперативная БАС ▪ Стратегическая БАС
	<p>По кратности применения БЛА:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ БАС с одноразовым БЛА ▪ БАС с многократным БЛА
	<p>По способу старта БЛА:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ БАС с БЛА безаэродромного старта ▪ БАС с БЛА аэродромного старта
<p>По способу посадки БЛА:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ БАС с посадкой БЛА по-самолетному ▪ БАС с точечной посадкой БЛА 	<p>По продолжительности полета БЛА:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ БАС с БЛА малой продолжительности полета ($t_n < 1$ часов); ▪ БАС с БЛА средней продолжительности полета ($1 \text{ часа} < t_n \leq 6 \text{ часов}$) ▪ БАС с БЛА большой продолжительности полета ($t_n > 6$ часов)
<p>По взлетной массе БЛА в кг:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ БАС с микро БЛА ($M_0 < 1,0$) ▪ БАС с малым БЛА ($1,0 < M_0 \leq 100,0$) ▪ БАС с легкими БЛА ($100,0 < M_0 \leq 500,0$) ▪ БАС со средними БЛА ($500,0 < M_0 \leq 5000,0$) ▪ БАС с тяжелыми БЛА ($5000,0 < M_0 \leq 15000,0$) ▪ БАС со сверхтяжелыми БЛА ($M_0 > 15000,0$) 	

Строго говоря, границы между вариантами БАС по конкретным признакам редко бывают четко выраженными и являются условными. Как правило, в ходе эволюции отдельного ЛА, разработчик постепенно добавляет к нему функции, которые несут признаки соседнего класса. Например, первые образцы крылатых ракет были классическими БПЛА. Но после того, как элементная база САУ в процессе научно-технического прогресса стала приобретать приемлемые удельные габариты, появилась возможность добавить дополнительную функцию: оперативное перенацеливание. Получился БЛА другого класса – ДУЛА (Рис. 7).



Рис. 7. Демонстратор ударной ДУАС 1 поколения X-47A «Pegasus».



Рис. 7. ДУЛА RQ-1A «Predator».

Несмотря на некоторую очевидность признаков и классов вопрос грамотной классификации БЛА является принципиальным.

Во-первых, без грамотного понимания соотношений и сути понятий «элемент - структура - комплекс - система» нет никакой возможности разговаривать специалистам друг с другом на понятном языке.

Во-вторых, теряется сама возможность определения технологических ниш для беспилотной техники.

В-третьих, заказчик подобной техники перестает понимать (вернее уже перестал понимать), что ему необходимо, а то, что ему хочется он не знает как назвать.

Важность классификации состоит в том, что каждый класс БАС сам по себе определяет и уровень технологического совершенства и область решаемых задач, а так же все то, что определяет его технический облик.

Литература

1. БАЛАШОВ Е.П. Эволюционный синтез систем. - М.: Радио и связь, 1985.
2. МЕСАРОВИЧ М., МАКО Д., ТАКАХАРА Я. Теория иерархических многоуровневых систем: Пер. с англ./Под ред. И.Ф. Шахнова. - М.: Мир, 1973.
3. БОЛХОВИТИНОВ О.В., ИВАНОВ В.В., НОВОЖИЛОВ А.А., САВИНОВ А.Ю. Боевые авиационные комплексы и их эффективность: Под ред. О.В. Болховитинова. - М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1990.
4. ЕРОФЕЕВ А.А., ПОЛЯКОВ А.О. Интеллектуальные системы управления. Изд. СПбГТУ, СПб, 1999 г.
5. ЛАЧИНОВ В.М., ПОЛЯКОВ А.О. Собственные теории информатики. Избранные лекции к обоснованию информодинамики. СПб, Изд. СПбГТУ, 1998.