

Продолжение общей серии, начатой в №6-2006; начало данной статьи см. в №6-2008



БЕСПИЛОТНЫЕ БОЕВЫЕ САМОЛЕТЫ И БОЕВАЯ АВИАЦИЯ 6-го ПОКОЛЕНИЯ

В соответствии с планами американских разработчиков в текущем году должны начаться летные испытания демонстрационного образца беспилотного боевого самолета (ББС) X-47B, создаваемого в рамках программы UCAS-D. Испытания продлятся вплоть до 2013 года и должны завершиться полетами с палубы авианосца. В случае принятия на вооружение серийное производство нового ББС будет развернуто после 2025 года. Стоимость серийного образца, по предварительным оценкам, составит \$25–30 млн. Основным предназначением X-47B, по мнению американских военных, станет не только ведение разведки, но и поражение стратегических целей в глубине обороны противника высокоточными авиабомбами типа JDAM и SDB. Сверхмалая заметность должна позволить этому ББС проникать в зону поражения современных зенитных ракетных комплексов, а отсутствие пилота – относительно безболезненно переносить потери подобных боевых летательных аппаратов.

Компоновка и аэродинамическая схема

ББС, разрабатываемый по программе UCAS-D, в целом унаследовал свой внешний вид у боевого БЛА X-47B проекта J-UCAS. Летательный аппарат построен по аэродинамической схеме «бесхвостка» типа «летающее крыло», возможности которой также были продемонстрированы на экспериментальных БЛА серии X-45 и X-47A «Пегас». Уступчатая ромбовидная форма фюзеляжа, получившая обозначение «cranked kite», обеспечивает не только

требуемое аэродинамическое качество ЛА, но и эффективную интеграцию планера, силовой установки (СУ) и вооружения. Кроме этого, такая компоновка способствует увеличению продолжительности полета, повышению живучести (особенно в зоне действия средств ПВО противника), росту аэродинамических качеств при низких скоростях полета и точности посадки, что необходимо при взлете/посадке в автономном режиме при эксплуатации ББС с авианосца. Воздухозаборник и реактивное сопло силовой установки вынесены на верхнюю поверхность фюзеляжа, что наряду с общей компоновкой соответствует положениям технологии «стелт». В конструкции планера используются титан и композиционные материалы на основе углерода. По правому борту в носовой части фюзеляжа размещается заправочная штанга.

Управление аппаратом осуществляется двумя элевонами и двумя рулями направления, работающими по принципу «расщепления» створок вниз и вверх и использующихся также в качестве тормозных щитков.

Совмещение в одном ББС возможностей эффективного выполнения ударных и разведывательных задач планируется обеспечить за счет модульного принципа построения ББС. Так, на X-47B при выполнении разведывательных задач будут использоваться удлиненные внешние консоли крыла, а для ударных задач – укороченные. Кроме того, в разведывательном варианте в отсеках вооружения могут быть размещены дополнительные топливные баки, что позволит увеличить продолжительность полета. В связи с этим необходимо рас-

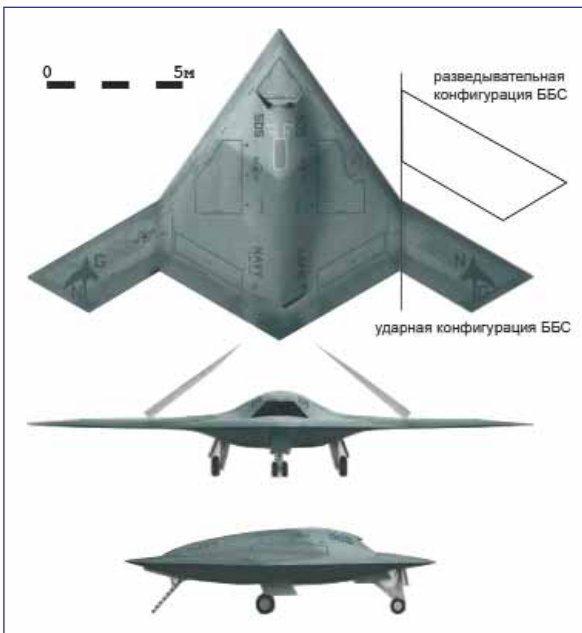
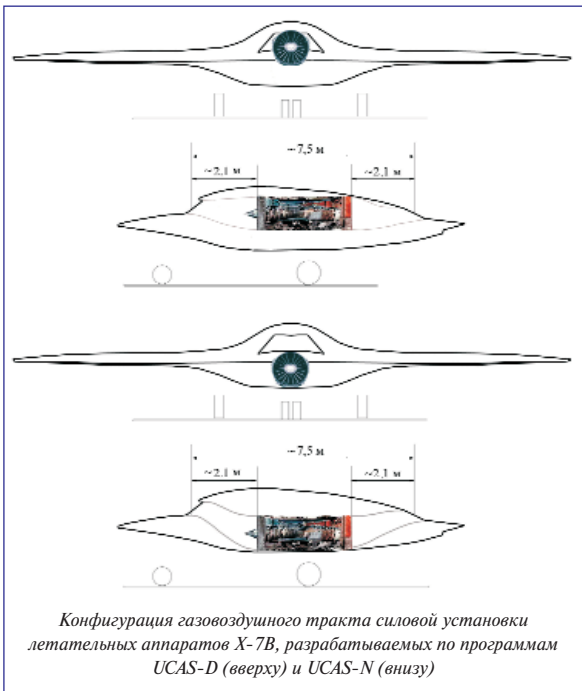
сматривать две конфигурации общей компоновки ББС X-47B, соответствующие указанным вариантам его боевого применения.

Различие внешнего облика ББС X-47B по проектам J-UCAS и UCAS-D касается только внешних консолей крыла, используемых в разведывательной конфигурации ББС. В сравнении с внешними консолями, используемыми в проекте ББС X-47B (J-UCAS), в разведывательной конфигурации ББС проект X-47B (UCAS-D) предусматривает использование в такой же конфигурации ББС внешних консолей крыла с «усеченными» законцовками.

Основным внешним отличием рассматриваемого ББС в его окончательном виде X-47B (UCAS-N), вероятно, будет наличие под носовой частью фюзеляжа обтекателя типа «каноз», в котором должны разместиться аппаратура оптикоэлектронной обзорно-прицельной системы. Однако, очевидно, что по мере реализации проекта ББС могут возникнуть и другие незначительные изменения его внешнего облика.

Взлетно-посадочные устройства X-47B, разрабатываемые фирмой Smith Aergospace, должны учитывать специфику базирования на авианосцах ВМС США, т.е. применение катапульты при взлете и аэрофинишера при посадке. При их разработке будут учтены последние достижения в области систем управления с гидравлическим приводом, противоюзных тормозных систем и коррозионно-стойких материалов.

Сведения о летно-технических характеристиках ББС X-47B, предоставляемые разработчиками, относятся в основном к высотно-скоростным и



Компоновка X-47B в различных конфигурациях

рубежным параметрам ББС. Можно отметить определенную стабильность этих проектных характеристик, за исключением продолжительности полета ББС с дозаправкой в воздухе. Рост этого показателя может быть связан не только с планируемым увеличением числа разрешенных дозаправок в ходе одного полета, но и с улучшением надежности и ресурса двигателя и основных систем ББС.

Бортовые системы и внутренняя компоновка

Комплекс БРЭО ББС X-47B будет представлен РЛС с АФАР, активным лазерным локационным комплексом, ИК СПО с одной видеокамерой, аппаратурой радиоэлектронной разведки, связи, навигации и опознавания, а также системой управления оружием и станцией предупреждения об облуче-

нии. Зона ситуационной осведомленности ББС X-47B составит примерно 180 км. Обнаружение противника на этой дальности будет обеспечиваться только с помощью средств радиотехнической разведки. Дальность бортовой РЛС не превысит 100 км, а соответствующий параметр для тепловизионной станции будет еще меньше. Правда, речь в данном случае идет уже не просто об обнаружении цели, а о получении ее радиолокационного или тепловизионного изображения на фоне подстилающей поверхности.

В состав связанного оборудования войдут линия передачи данных стандарта «Link-16» и аппаратура спутниковой связи. Предполагается, что со временем на ББС X-47B (UCAS-N) для радиосвязи также будет использоваться система TTNT.

Для контроля полета аппарата намечено использовать станции управления корабельного и воздушного базирования. При передаче команд и приеме информации на удаленностях от командного пункта более 380 км планируется задействовать спутниковые системы связи, другие ББС или самолеты-ретрансляторы. Полет аппарата будет осуществляться в полуавтоматическом либо автономном режиме с использованием инерциальной навигационной системы с коррекцией по данным КРНС NAVSTAR.

На ББС будет установлена операционная система GuideStar фирмы Athena, представляющая собой клон операционной системы COS, разрабатывавшейся ранее в рамках программы J-UCAS. В составе GuideStar предусмотрено наличие сенсорной полезной нагрузки, системы навигации и программы управления полетами. GuideStar может работать как самостоятельная автономная система, так и как резервная система управления полетами для пилотируемых самолетов. Установка этой системы на ББС

открывает ему доступ в национальное воздушное пространство, используемое гражданской авиацией. Это отчасти демонстрация того, что ББС обладают надежностью, равной надежности пилотируемых летательных аппаратов. Компания Athena заключила также контракт на реализацию в системе GuideStar возможности адаптации к изменениям в аэродинамике летательного аппарата, вызванным повреждениями во время боя.

Общее оборудование ББС X-47B включает в себя системы, используемые на обычных самолетах. В их разработке принимают участие такие фирмы, как: Honeywell (вспомогательная силовая установка), Eaton Aerospace, Moog (приводы рулей управления), Wind River, Goodrich (система воздушных сигналов).

Внутренняя компоновка ББС X-47B также учитывает требования по минимизации заметности. Все антенные устройства радиочастотных систем будут размещены вдоль передней и задней кромок фюзеляжа, как это принято на боевых самолетах 5-го поколения. Аналогично вдоль передней кромки конусообразной носовой части фюзеляжа справа и слева от его осевой линии должны размещаться две части антенной решетки РЛС с АФАР. Однако в качестве более перспективного варианта радиолокационной станции предполагается рассмотреть использование конформной АФАР.

Силовая установка

На демонстрационном образце ББС X-47B (UCAS-D) предполагается использовать турбореактивный двигатель F100-PW-220U, являющийся модификацией двухвального ТРДДФ F100-PW-220 модульной конструкции. Двигатель имеет трехступенчатый вентилятор с регулируемым входным направляющим аппаратом, десятиступенчатый компрессор, двухступенчатые

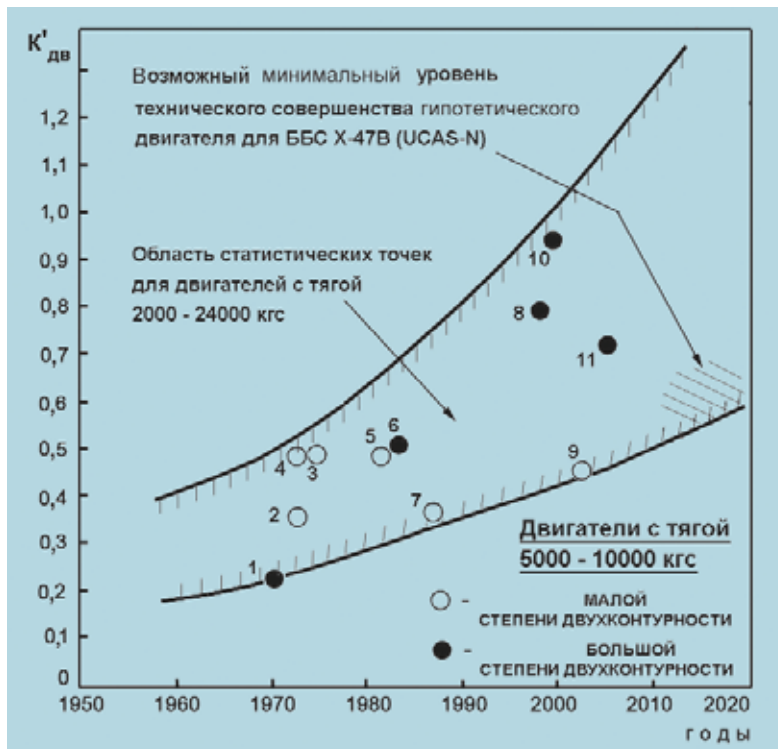


турбины высокого (ТВД) и низкого давления (ТНД). Рабочие лопатки ТВД монокристаллические, охлаждаемые, лопатки сопловых аппаратов с конвективно-пленочным охлаждением. Рабочие лопатки ТНД не охлаждаются. Камера сгорания кольцевая, реактивное сопло сужающееся, нерегулируемое. Система управления двигателем – электронная двухканальная цифровая с полной ответственностью, с резервным упрощенным гидромеханическим регулятором. Новый двигатель отличается от базового варианта отсутствием форсажной камеры и всережимного сопла, а также рядом усовершенствований, что в совокупности позволило увеличить тягу на режиме «максимал» более чем на 10%.

Такой прирост показателей достигается путем снижения расхода воздуха на охлаждение турбин и увеличением рабочей температуры. Требуемый результат получен без глубокой модернизации двигателя за счет снижения его ресурса. Такой «размен», в данном случае, очевидно, считается рациональным, поскольку ресурс беспилотных летательных аппаратов, как правило, меньше, чем ресурс пилотируемых самолетов.

Двигатель F100-PW-220U хорошо подходит для целей программы UCAS-D, но может оказаться недостаточно эффективным для удовлетворения требований, предъявляемых к нему по продолжительности непрерывной работы из-за параметров термодинамического цикла, которые в данном случае больше всего соответствуют многорежимному ТРДДФ с возможностью сверхзвукового полета. В связи с этим в случае успешного проведения испытаний ББС X-47B, предусмотренных программой UCAS-D, предполагается в дальнейшем перейти на другой двигатель.

Лучший результат может быть достигнут на двигателях с существенно большей степенью двухконтурности, имеющих такие же габариты, как и двигатель F-100, но уменьшенный диаметр газогенератора. Они, как ожидается, обеспечат 10-20% уменьшение расхода топлива по сравнению с существующими двигателями. Двигатели такого типа рассматриваются сейчас для нового класса больших региональных пассажирских самолетов. Предполагается, что на ББС X-47B (UCAS-N) будет использована модификация одного из таких двигателей. Скорее всего, это будет военная модификация двигателя PW-6000. Двухвальный ТРДД PW-6000 является двигателем следующего поколения по сравнению с F100-PW-220U и отличается от него схемой с подпорными



Показатель технического совершенства ГТД:
 1 – TF41-A1;
 2 – F100-PW-100 (без форсажной камеры);
 3 – JT8D-9;
 4 – PD-33 (без форсажной камеры);
 5 – PD-33U;
 6 – CFM-56-3;
 7 – F100-PW-220 (без форсажной камеры);
 8 – BR-715;
 9 – F100-PW-220U;
 10 – CF34-10E;
 11 – PW-6000

ступенями, что способствует изменению параметров термодинамического цикла и позволяет существенно повысить (~8 раз) степень двухконтурности и тем самым обеспечить продолжительную работу двигателя на дозвуковых скоростях полета.

Известно, что используемый сегодня на ближнемагистральных самолетах двигатель PW-6000 тягой 10 330 кгс разработан фирмой Pratt&Whitney как базовый образец целого семейства двигателей класса тяги от 7230 до 10 900 кгс при степе-

ни двухконтурности 4,9 – 5,4 и степени повышения давления от 26,1 до 28,2. Известно и то, что при проектировании PW-6000 основной упор делался на такие факторы, как приемлемая закупочная стоимость, низкие эксплуатационные расходы и высокие надежность и ресурс. Последнее достигается, кроме прочего, за счет более низкой (ниже чем у аналогичных ТРДД на ~200°) температуры газа перед турбиной. Возможная военная модификация этого двигателя может также заключаться в повышении тер-

Некоторые характеристики экспериментальных БЛА семейства X-47B

Характеристики	X-47B (исходный проект)	X-47B (J-UCAS) ударный/разведывательный	X-47B (UCAS-D) ударный/разведывательный	X-47B (UCAS-N) ударный/разведывательный
Общие характеристики				
Размеры, м:				
– размах крыла	15,0	18,9 / 21,9	18,9 / 18,9	18,9 / 18,9
– длина фюзеляжа	9,5	11,6 / 11,6	11,6 / 11,6	11,6 / 11,6
Масса, кг:				
– взлетная	16000	20880 / н.д.	20250* / н.д.	н.д. / н.д.
– топлива общая	п.д.	7700 / п.д.	7700** / п.д.	п.д. / п.д.
– топлива в доп. баках	–	– / 2270	– / 3280	– / 3280
– вооружения	1800	1800 / –	1800 / –	1800 / –
Летно-технические и тактические характеристики				
Потолок, м	н.д.		12000	
Радиус, км	н.д.	~ 2500 / н.д.	более 2500 / более 3000	
Скорость, км/час	н.д.	~ 850 / н.д.	890 / 730	890 / 730
Продолжительность полета, час				
– без дозаправки	н.д.	9	н.д. / 12-14	н.д. / 12-14
– с дозаправкой	н.д.	– / 50	– / 50	– / 100
* - по другим данным до 24 000 кг				
** - по другим данным 10 000 кг				

Сравнительная характеристика возможных вариантов силовой установки ББС Х-47В

Характеристики	Двигатель F100-PW-220U	Возможная модификация двигателя PW6000
Тяга в режиме «максимал», ктс	7260	~7260
Удельный расход топлива в режиме «максимал», (кг/ч)/ктс	0,72	0,59
Диаметр двигателя, м	1,16	$L_{дв} \times D_{дв} = 3,75 \text{ м}^2$
Длина двигателя, м	~3,23	
Сухая масса двигателя, кг	~1120	~1120
Показатель технического совершенства двигателя, $K'_{дв}$	0,45	0,55

модинамической напряженности элементов в ущерб ресурсу, который в данном случае существенно больше, чем у F100-PW-220U.

Технический облик двигателя, удовлетворяющего условиям его применения на ББС Х-47В (UCAS-N), может быть выявлен на основе критерия его совершенства, упрощенный вариант которого выглядит следующим образом:

$$K'_{дв} = \frac{(0,01 \times P_{дв})^2}{m_{дв} C_{уд} (D_{дв} \times L_{дв})^2}, \quad (1)$$

где $P_{дв}$ – тяга двигателя в режиме «максимал», кгс;

$D_{дв}$, $L_{дв}$ – диаметр миделя и длина двигателя, м;

$C_{уд}$ – удельный расход топлива, (кг/ч)/кгс;

$m_{дв}$ – масса двигателя, кг.

В последние годы техническое совершенство ГТД неуклонно возрастало. Двигатель же ТРДД F100-PW-220U хотя и является относительно новой разработкой, но создан на технологической основе двадцатилетней давности и существенно отстает от того уровня технического совершенства, который демонстрируют двигатели большой степени двухконтурности нового поколения. Уровень технического совершенства нового, специально созданного для ББС Х-47В (UCAS-N) двигателя должен характеризоваться величиной не менее $K'_{дв}=0,55$. Для подобного двигателя, идентичного F100-PW-220U по основным характеристикам, массе и тяге, величина удельного

расхода топлива в соответствии с формулой (1) должна составить 0,59, что почти на 20% лучше, чем у существующих двигателей военного назначения.

Варианты установки двигателя

Размеры используемого двигателя, как и способ его интеграции в планер, оказывают существенное влияние на облик ЛА за счет существования определенных правил компоновки силовой установки. Согласно эмпирической закономерности, полученной американскими специалистами, типовая установка двигателя в фюзеляже ББС предполагает наличие входного и выходного каналов газоздушного тракта (ГВТ), длина каждого из которых равна двум «калибрам», т.е. удвоенному диаметру двигателя.

Особенностью силовой установки ББС Х-47В UCAS-N должна стать характерная S-образная конфигурация входного и выходного воздушных каналов. Такая искривленная форма газоздушного тракта в сочетании с его овальным сечением позволит практически полностью исключить возможность переотражения облучающих сигналов РЛС противника от лопаток двигателя в интересах обеспечения малой заметности ББС.

В то же время искривление воздушного и газового трактов силовой установки приводит к увеличению потерь давления и скорости истечения из сопла, что приводит к существенному ухудшению характеристик дви-

гателя. Удовлетворение требований минимизации заметности ББС с одновременной минимизацией потерь является столь сложной задачей, что ее решение предусмотрено только в рамках программы UCAS-N. ББС Х-47В (UCAS-D), предназначенный для проведения первичных оценочных испытаний и проверки общей концепции по созданию перспективного палубного ББС, не имеет рассматриваемых особенностей силовой установки. На этом ББС используется вариант установки двигателя с прямым газоздушным трактом.

Создаваемая силовая установка с S-образным ГВТ будет иметь большую степень интеграции с планером, чем на обычных самолетах. Усилия, которые возникают в выходном устройстве, работающем при высоких температурах, будут передаваться на элементы конструкции планера, которые должны противодействовать стремлению сопла к выпрямлению и скруглению поперечных сечений. Без такой интеграции сопло имело бы большие габариты и массу. Несмотря на сложность компоновки, главный лонжерон планера, несущий нагрузку от элементов конструкции ББС, должен будет воспринимать также нагрузки от сопла.

Демонтаж двигателя будет осуществляться вниз, но сопло извлекаться не будет. Возможно, для удобства производства и нанесения покрытий его изготовят из двух частей, разделенных по горизонтали.

Система вооружения

В ходе программы J-UCAS предполагалось, что ББС Х-47В будет нести самое разнообразное вооружение современных типов: управляемые бомбы, кассеты и ракеты, размещаемые в двух внутрифюзеляжных отсеках. Общая масса боевой нагрузки ББС могла при этом составлять до 2040 кг. В связи с уменьшением типов боевых задач, предусмотренных для ББС Х-47 (UCAS-D), было сокращено и количество вариантов вооружения. Основным вооружением ББС Х-47В (UCAS-D) будут бомбы JDAM калибра 900 кг и бомбы SDB. Причем номенклатура последних будет, судя по всему, расширена. Помимо существующих бомб SDB калибра 115 кг, размещаемых в количестве 4 штук в каждом отсеке вооружения, разработчиками рассматриваются варианты размещения бомб SDB калибра 100 и 150 кг.

(Продолжение следует)

Владимир БЕЛКИН,
кандидат технических наук,
Павел МЕЛЬНИК,
кандидат технических наук



Натурный макет ББС Х-47В
(реконструкция)