

# СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД С ОЦЕНКОЙ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Семенов С.С.

АО "Государственное научно-производственное предприятие "Регион"  
gnppregion@sovintel.ru

Полтавский А.В.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН  
ivbar@ipu.ru

*Аннотация: Современные достижения в науке и технике позволили перейти к разработке и производству беспилотных летательных аппаратов (БЛА) на качественно новом техническом уровне гражданского и военного назначения. Особое внимание в ведущих странах мира уделяется разведывательно-ударным и ударным комплексам БЛА (КБЛА). Концепция их создания окончательно еще не сложилась. В данном докладе показана важная роль концептуальных исследований при обосновании технического облика и представлен структурный состав системных исследований, необходимых при решении проблем на всем жизненном цикле многофункциональных КБЛА, обоснована актуальность оценки технического уровня КБЛА на основе разработанных оценочных показателей для выбора наилучших альтернатив на начальном этапе разработки.*

**Ключевые слова:** комплекс беспилотных летательных аппаратов, концепция создания, технический облик, системные исследования, системные принципы, оценочные показатели, технический уровень

## Введение

Сегодня в мире наблюдается устойчивый интерес к развитию и совершенствованию авиационной беспилотной техники. Беспилотный летательный аппарат (БЛА) – это летательный аппарат (ЛА) многоразового или условно-многоразового использования, не имеющий на борту экипажа, способный самостоятельно и целенаправленно перемещаться в воздухе для выполнения различных функций в автономном режиме (с помощью собственной управляющей программы), а также посредством дистанционного управления (осуществляемого человеком-оператором со стационарного или мобильного пульта управления). БЛА дешевле пилотируемых самолётов и вертолётов, при этом подготовка оператора беспилотной системы обходится дешевле, чем подготовка лётчика. Отсутствие пилота позволяет исключить бортовые системы жизнеобеспечения, уменьшить массу и габариты БЛА, а также увеличить диапазон допустимых перегрузок и влияющих факторов. Большое значение имеет и фактор безопасности – потери беспилотных аппаратов не ведут к потере пилотов. Применение БЛА характеризуется также возможностью интеграции БЛА в единое информационное пространство ТВД.

БЛА функционирует не абсолютно самостоятельно, а в составе комплекса БЛА (КБЛА). Такой комплекс называют беспилотной авиационной системой БАС (Unmanned Vehicle System – UVS). В БАС входит не только сам ЛА (аппараты), но также вся инфраструктура и средства обеспечения: транспортно-пусковое устройство, средства связи, наземный пункт управления, диспетчерские пункты, ретрансляционные узлы, станции подзарядки, средства транспортирования, запуска, посадки и т. д.

Доля рынка военных БЛА по классам составляет: HALE (высотные БЛА большой продолжительности полёта) – 34%; MALE (средневысотные БЛА большой продолжительности полёта) – 19%;UCAV (боевые БЛА) – 29%; остальные – 18%. По данным прогнозирования аналитической компании «Тил групп» (Teal Group) мировое производство БЛА утроится в течение 2015–2025 гг. Ежегодный выпуск БЛА в финансовом выражении вырастет с 1,4 млрд. до 14 млрд. долл., а общий объем производства в течение десятилетия составит 93 млрд. долл. На военные БЛА придется до 72% всех затрат, платформы для широкого применения – 23%, а для гражданской авиации – 5%.

На разработку и создание ударных комплексов БЛА (КБЛА) способны только ведущие в промышленном отношении страны мира. Широкое развитие и строительство БЛА осуществляется в США, Израиле, Китае, Франции, Великобритании, Германии, Швеция. К разработке ударных БЛА подключились такие страны как Италия, Россия, Турция, Южная Корея, Иран, ОАЭ, ЮАР, Бразилия, Вьетнам, Белоруссия.

Лидирующее положение в мире по ударным БЛА занимают США, Израиль и Китай. Китайская авиакосмическая промышленность после накопления опыта и поиска приоритетного направления развития КБЛА уверенно начинает занимать лидирующее положение на мировом рынке вооружений по экспорту ударных БЛА. О том, что Китай осуществил качественный рывок в развитии БЛА свидетельствует экспозиция БЛА Китая на 12-м международном авиационно-космическом салоне "Эйршоу Чайна" (Airshow China) в г. Чжухае, на котором китайские компании выставили около 1800 БЛА различных типов [1, 2]. Основные данные по 210 БЛА мира приведены в справочнике [3], а сведения о разведывательных и ударных БЛА, применяемых в современных военных конфликтах изложены в справочнике [4, 5]. Краткие тактико-технические данные, сферы применения и фотографии существующих и разрабатываемых по более, чем 340 БЛА, представлены в справочнике [6]. Принципы построения и особенности применения КБЛА и робототехнических комплексов на основе БЛА представлены в [7].

В данном докладе отмечена важная роль системного подхода к формированию технического облика современных многофункциональных КБЛА, приведены основные сведения по ним, на основе которых сформированы основные оценочные показатели для оценки технического уровня (ТУ) КБЛА как индикатора технического совершенства.

## **1 Роль концептуальных исследований при обосновании технического облика КБЛА**

Технический облик БЛА – совокупность количественных и качественных показателей (характеристик, параметров, свойств), определяющих конструктивно-аэродинамическую схему ЛА, его силовую установку, состав и характеристики бортового оборудования и вооружения, обеспечивающая реализацию заданных тактико-технических требований [8]. Роль исследований при обосновании технического облика на ранних стадиях разработки КБЛА чрезвычайно важна и актуальна, так как именно здесь идет зарождение ожидаемых тактико-технических характеристики (ТТХ) БЛА. В конечном итоге нерешенность задач начальных этапов может негативно отразиться на эффективности и качестве будущего прототипа, которому изначально предполагается достаточно высокие значения ТТХ. Получение компонентов основных показателей из множества характеристик КБЛА происходит в процессе формирования задач, стоящих перед комплексом, а сама потребность есть причинно-образующий фактор при системном подходе разработки КБЛА, а цель в таком случае – это функциональный фактор. Процесс разработки КБЛА представляет собой смену состояний и дальнейшего развития системы, движение которых (функционирование) происходит в текущем времени как для достижения цели функции, так и ее развития. Изначально многие разработки по БЛА сводятся к задачам исследования и выбора проекта, в которых, как правило, очень часто применяются методы исследования операций и в условиях недостаточности информации для принятия решений используются эвристические методы, методы теории игр и комбинированные методы с сочетанием имитационного моделирования.

Концептуальные вопросы создания и применения БЛА активно обсуждались в научно-технической литературе в 60-80-х годах XX в., когда СССР занимал передовые позиции в области создания БЛА [9, 10]. Роль ударных и разведывательно-ударных зарубежных и отечественных комплексов КБЛА в современных военных конфликтах, а также опыт разработки и соображения о концептуальных вопросах развития отечественных КБЛА, основные боевые задачи на ближнюю и среднюю перспективы, совокупность факторов (показателей), которые определяют облик перспективных КБЛА были рассмотрены в работах авторов в 2013 г. [11, 12]. При этом было показано, что разрабатываемая система КБЛА различного функционального предназначения изначально должна создаваться по "базовому" принципу, означающему, что на базе комплекса с БЛА одного функционального предназначения, например разведывательного, создаются комплексы других функциональных предназначений (ударные, истребители, постановщики помех, авиационные ложные цели, целеуказатели и корректировщики, ретрансляторы, воздушные мишени, патрулирование границ, маяки и др.).

Помимо концептуального анализа важны также и другие категории системного исследования.

## **2 Структурный состав системных исследований при решении проблем по созданию КБЛА**

Системный подход (СП) – это направление методологии комплексного научного познания исследования и проектирования сложных объектов, в основе которого комплексные системные исследования (СИ), системный анализ (СА) и системный синтез (СС) сложных объектов как систем [13, С. 11]. В данном случае в качестве сложных объектов выступает КБЛА. СП дает возможность алгоритмизировать процедуры проектирования, что способствует автоматизации процесса

оптимального построения системы. СП к исследованию путей развития боевой беспилотной авиации наглядно демонстрируется содержанием технических предложений, разрабатывавшихся фирмами – участниками первого этапа программы UCAV-ATD. Фирмы Боинг, Нортроп Грумман, Локхид Мартин и Райтеон представили не только концепции своих вариантов для ВВС США, но и концепции тех авиационно-технических систем, которые будут являться основными составляющими боевой беспилотной авиации [11]. В представлении фирмы Райтеон такой авиационно-технической системой должно стать авиационное подразделение боевых беспилотных систем (ББС) и средства их технического обслуживания, в том числе специальные контейнеры для длительного хранения летательных аппаратов. Габаритные размеры контейнеров были выбраны с учетом их размещения в грузовой кабине военно-транспортного самолета C-130. Это обеспечивает возможность оперативной (в течение 24 ч) переброски рассматриваемой военно-технической системы в любую точку мира, где возникает необходимость применения ББС. Согласно требованиям самой программы UCAV-ATD каждая фирма – участница этапа разработки технических предложений должна помимо проекта ББС, как летательного аппарата представить соответствующее обоснование по средствам технической эксплуатации и средствам управления боевым применением.

Состав СИ при решении проблем по созданию и применению сложных организационно-технических систем, каким является КБЛА, содержит следующие этапы [13]:

1. Концептуальный, целевой и организационный анализ (ЦОА);
2. Функциональный анализ (ФА.);
3. Структурный анализ (СтА);
4. Функционально-структурный (совместный) анализ (ФСтА);
5. Исторический (эволюционный) анализ (ИА);
6. Системный (функциональный и структурный) синтез – СС при создании и модернизации системы;
7. Оценочный (критериальный) анализ (ОАкр).

Оценочный анализ может также включать применение экспертных методов исследования и оценки сложных систем, при этом необходимо руководствоваться комплексным принципом единства, взаимосвязи и согласованности составных частей системного анализа и синтеза. Данный принцип учитывает следующие взаимосвязи: концептуального, целевого и организационного анализа; функционального анализа; структурного анализа; совместного функционально-структурного анализа; исторического анализа; системного (функционально-структурного) синтеза; оценочного анализа. Системные принципы и их содержание описаны в работах [13, 14]. Перечисленные базовые этапы (или аспекты) СИ рекомендуется выполнять в приведенной последовательности и в полном составе при проектировании принципиально новой системы, а при совершенствовании (модернизации) существующих систем могут применяться только отдельные виды СИ.

### **3 Обоснование актуальности оценки технического уровня комплексов беспилотных летательных аппаратов**

Многофункциональный КБЛА – это прежде всего боевой авиационный комплекс, с другой стороны – это сложная техническая система (СТС). Создание таких СТС, как КБЛА, связано с большими финансовыми, интеллектуальными и временными затратами и проблемами выбора наилучшего варианта реализации. Например, для ВМС США это – повестка дня. Чему отдать предпочтение в разработке: разведывательно-ударному БЛА или ударному БЛА? [15].

СССР в 80 – 90-е годы XX в. занимал лидирующее положение в области беспилотной авиатехники и, соответственно, системному проектированию комплексов ЛА уделялось значительное внимание [16]. Сейчас для ликвидации разрыва с развитыми странами мира в области создания КБЛА выбор типа БЛА является также первостепенной задачей. По имеющейся в печати информации в России в ряде организаций проводятся работы по разработке нескольких классов КБЛА [15, 17].

С 2011 г. разработкой тяжелого ударного беспилотника массой до 20 т занимается компанией "ОКБ Сухой". Опытный образец БЛА предполагалось поднять в воздух в 2018 г. Кроме того, разрабатывается 20-тонный разведывательный БЛА. Помимо компании "Сухой" разработкой беспилотников занимаются группа "Кронштадт", "Сокол", а также концерн "Вега", входящий в корпорацию "Ростех", который разрабатывает многоцелевой БЛА массой до 200 кг (предполагалось завершить работы по проекту в 2016 г.).

Изучение известного обширного мирового парка ударных БЛА показывает, что сегодня существует весьма насыщенный рынок предложений подобной техники [4, 6, 18, 19]. Одним из инструментов выбора рациональных путей развития беспилотных систем, в том числе БЛА и КБЛА, является предварительная оценка качества и ТУ с учетом совокупности основных свойств на всех этапах жизненного цикла. В разработке КБЛА и БЛА – от планера до полезной нагрузки, – следует относиться, как к разработке дорогой и сложной системы. Проблема оценки качества и ТУ КБЛА требует очень высокого профессионального подхода многих специалистов. Здесь должны учитываться не только особенности функционирования всех составных частей, а также то, что и БЛА сам является элементом СТС более высокого порядка (рис. 1). Существует жесткая взаимосвязь между основными характеристиками БЛА (летно-техническими характеристиками, основными показателями функциональной и экономической эффективности, выживаемости, надежности и т. п.) и условиями их эксплуатации.

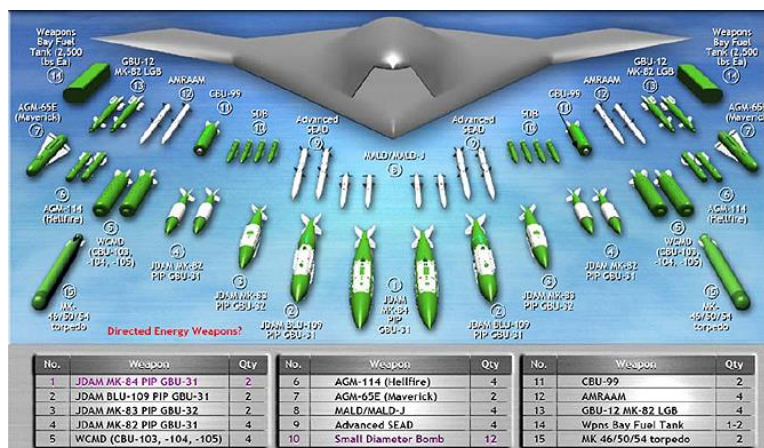


Рис. 1. Ударный БЛА X-47B с унифицированным высокоточным оружием.

Ввиду того, что технический облик подобных беспилотных систем только формируется, важным является использование совокупности последних достижений в области системного анализа, а также уровень знаний экспертов, получивших опыт при разработке аналогичных систем в авиации.

Постановка задачи по разработке и основы проектирования БЛА были заложены в работах [10], изданных более 30 лет назад. Исследования показали, что для авиационных комплексов важность принятия концептуальных решений составляет до 70% от их общего числа, при этом затраты находятся на уровне 2% от общих затрат по созданию комплекса (рис. 2) [20].

Ключевую роль при создании разведывательно-ударных и ударных КБЛА, особенно на первых этапах, является оценка технического уровня КБЛА, в особенности БЛА, по которому можно судить о его перспективности.

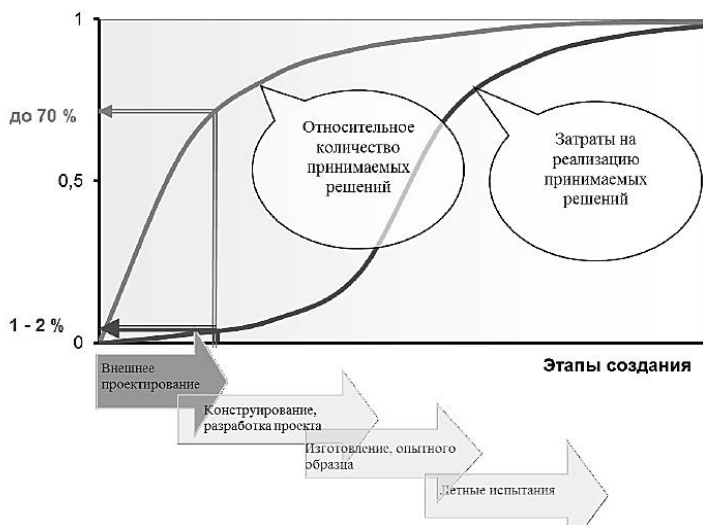


Рис. 2. Значимость принимаемых решений при создании авиационной техники.

В настоящее время предложены современные методы оценки ТУ СТС, в том числе БЛА, которые базируются на достижениях в области теории принятия решений с применением современных информационных технологий, при этом в основе методов лежат знания о значении оценочных показателей. Приведем перечень основных тактико-технических (ТТХ) БЛА, опубликованных в работах [13, 21].

#### **4 Перечень основных ТТХ и сведений о комплексе беспилотных летательных аппаратов**

Перечень основных ТТХ по КБЛА был сформирован в ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН при выполнении НИР "Развитие новых принципов и системных методов структурной оптимизации, проектирования и моделирования комплексов сложных систем управления (КССУ) (шифр "Комплекс-1" № 314-07/41), Данный перечень может быть использован для составления рабочих таблиц и создания базы данных по оценочным показателям для информационно-аналитической системы (ИАС), в частности ИАС "Оценка и выбор", при оценке технического уровня многофункциональных КБЛА.

##### **4.1 Комплекс беспилотных летательных аппаратов**

###### **4.1.1 Общие сведения о разработке КБЛА**

1. Страна-разработчик.
2. Фирма-разработчик.
3. Кооперация по разработке (совместная разработка КБЛА– БЛА нескольких стран или фирм).
4. Функциональное назначение – вид БЛА с ИИУС: разведывательный, разведывательно-ударный, ударный, многоцелевой, специального обеспечения.
5. Виды вооруженных сил (ВВС, СВ, ВМФ и др.) для применения данного КБЛА и применяемых в нем типов БЛА.
6. Характер разработки КБЛА и БЛА (новая разработка, модернизация на базе ранее пилотируемого самолета, базовая модель БЛА).
7. Планируемый срок окончания разработки (модернизации) и ввода в строй КБЛА и применяемых в нем БЛА.
8. Год планируемого принятия БЛА и КБЛА на вооружение.
9. Парк КБЛА в стране – разработчике и в различных видах ВС страны.

###### **4.1.2 Состав типового КБЛА**

1. Используемые виды и типы БЛА; пункты управления БЛА – воздушные, наземные, корабельные, подводные, космические; наземные технические средства обслуживания; транспортно-пусковые установки (для доставки, подбора, подготовки к применению, пуска (старта); спецсредства доставки – тележки боеприпасов – для БЛА).
2. Количество подразделений (групп) БЛА определенного вида и назначения в данном комплексе КБЛА.

###### **4.1.3 Оперативно-тактические характеристики типового КБЛА**

1. Перечень задач боевого применения БЛА в составе типового КБЛА.
2. Условия базирования и применения КБЛА и БЛА.
3. Время развертывания КБЛА, мин.

##### **4.2. Характеристики БЛА, входящих в состав типового КБЛА**

###### **4.2.1 Тип и конструктивная схема БЛА, размеры и массовые характеристики БЛА**

1. Тип БЛА (самолет, вертолет).
2. Геометрические размеры (длина БЛА, размах крыльев, высота, размах оперения), м.
3. Массовые (весовые) характеристики БЛА.
4. Общая размерность (площадь размещения на автомобиле или транспортно-пусковой установке, занимаемая площадь на корабле, на подводной лодке и т.п.)

###### **4.2.2 Состав вооружения и специального (навигационного, разведывательного и др.) бортового оборудования на БЛА определенного типа**

1. Кратность боевого применения БЛА (однократное или многократное применение).

2. Объекты воздействия БЛА (объекты разведки, поражения, подавления, создания помех и т.п.).
3. Условия боевого применения БЛА.
4. Состав вооружения на БЛА (количество на борту БЛА авиабомб, ракет, их калибр, тип боевой части, виды размещения, подвески).
5. Тип подвески на БЛА: (внутренняя, внешняя).

#### 4.2.3 Летно-технические характеристики БЛА

1. Минимальная скорость полета, м/с.
2. Максимальная высота полета, м.
3. Дальность полета (радиус действия), км.
4. Продолжительность полета, ч.
5. Максимальный радиус действия, км.
6. Практический потолок, м.
7. Максимальная скорость полета, м/с (км/ч).
8. Крейсерская скорость полета, км/ч (м/с).
9. Продолжительность полета, ч.
10. Боевой радиус действия с полной боевой нагрузкой.
11. Перегонная дальность, км.

#### 4.2.4 Характеристики силовой установки БЛА

1. Тип двигателя (силовой установки); тяга, кгс; мощность двигателя, л.с.
2. Дозаправка топлива в полете.
3. Запас топлива, кг.

#### 4.2.5. Характеристики старта и посадки БЛА

1. Длина пробега при взлете и посадке, м.
2. Максимальная взлетная масса, кг.
3. Способы управления взлетом и посадкой БЛА.

#### 4.2.6 Способы, средства и условия управления полетом БЛА и наведения его на цель

1. Дистанционное, полуавтономное, автономное, комбинированное (автономное с GPS, ручное с оператором, программируемый автономный с GPS).
2. Тип прицельно-навигационной системы.
3. Условия боевого применения (день, ночь, круглосуточно, МДВ и пр.).
4. Время действия и проведения операции (утро, полдень, сумерки).

#### 4.2.7 Эффективность БЛА и КБЛА.

Эффективность КБЛА – это комплексное операционное свойство ("качество") целенаправленного процесса функционирования системы, характеризующее его приспособленность к достижению цели операции (к выполнению задачи системы).

#### 4.2.8 Эксплуатационно-технические характеристики БЛА и КБЛА

1. Гарантийный ресурс.
2. Эксплуатационная технологичность.
3. Ремонтпригодность.
4. Число регламентных проверок (например, одна в пять лет).
  - надежность дистанционного управления;
  - средний коэффициент аварийности на 100 000 летных часов;
  - среднее время между отказами, в часах;
  - степень готовности к выполнению задачи, в %;
  - характеристики безотказности.
5. Уровень надежности.

#### 4.2.9 Стоимостные характеристики БЛА и КБЛА

Стоимость разработки БЛА, ден. ед.  
 Стоимость эксплуатации БЛА, ден. ед.  
 Стоимость изготовления БЛА, ден. ед.  
 Стоимость подготовки оператора управления БЛА, ден. ед.

Итоговая стоимость БЛА, ден. ед.  
 Стоимость КБЛА (поставка, количество), ден. ед.  
 Стоимость КБЛА без учета цел. нагрузки, ден. ед.  
 Стоимость эксплуатации КБЛА, ден. ед.  
 Итоговая стоимость КБЛА, ден. ед.

#### 4.2.10 Продолжительность жизненного цикла БЛА и КБЛА

Время разработки БЛА, лет, мес.  
 Время разработки КБЛА, лет, мес.  
 Время изготовления БЛА, лет, мес.  
 Время изготовления КБЛА, лет, мес.  
 Время эксплуатации БЛА, лет, мес.  
 Время эксплуатации КБЛА, лет, мес.  
 Продолжительность жизненного цикла БЛА, лет, мес.  
 Итоговая продолжительность жизненного цикла КБЛА, лет, мес.

### 5 Оценочные показатели технического уровня комплексов беспилотных летательных аппаратов

В основу формирования оценочных (интегральных и единичных) показателей (таблица 1) были положены основные ГТХ и сведения о КБЛА, приведенные в разделе 5 данной статьи и сформированные по методам, изложенным в монографии [22]. Собственно метод оценки технического уровня СТС с учетом функций ценности оценочных показателей БЛА [23] подробно рассмотрен в монографиях [24, 25] и в общедоступной форме изложен в статье [26].

Таблица 1. Оценочные показатели технического уровня комплексов беспилотных летательных аппаратов

Оценочные показатели
Интегральный показатель "Боевой"
Число видов ВС, использующих КБЛА Нвс-кбла, ед.
Количество групп БЛА в КБЛА Нгр-БЛА, ед.
Количество БЛА в КБЛА Нбла-КБЛА, ед.
Тип БЛА по применению (одноразовый, многоразовый) (ТИП-БЛА), ткт
Кратность боевого применения Кбп-БЛА, ед
Число видов вооружения на БЛА Нвв-БЛА, ед.
Имеется ли на борту БЛА оружие направленной энергии (ОНЭ-БЛА), лог.
Количество УР на БЛА Нур-БЛА, ед.
Количество УАБ на БЛА Нуаб-БЛА, ед.
Вероятность поражения типовой цели УАБ Руаб, ед.
Вероятность поражения типовой цели ракетой Рур, ед.
Точность наведения оружия Екво-ОР, м
Дальность применения оружия Дприм-ОР, км
Масса полезной нагрузки Мпн, кг
Поражающий фактор F, ед.
Имеется ли на борту БЛА возможность регистрации результатов БП (ВКУ), лог.
Принимал ли КБЛА участие в локальных боевых конфликтах (ПЛК), лог.
Частота боевого применения КБЛА в военных конфликтах (ЧБП), ед.
Степень готовности КБЛА к выполнению боевой задачи Gбз-кбла, ед.
Интегральный показатель "Тактический"
Число видов базирования допускаемых КБЛА В-кбла, ед.
Имеется ли возможность дозаправки БЛА топливом в полете (ВЗТ), лог.
Минимальная скорость полета Vбла-min, м/с (км/ч)
Максимальная скорость полета Vбла-max, м/с (км/ч)
Максимальная высота полета Hбла-max, м
Максимальная дальность полета Dбла-max, км
Дальность полета с полной боевой нагрузкой Dбла-пбн, км
Точность навигации Екво-бла, м

Оценочные показатели
Продолжительность полета БЛА Тбла, ч
Вид старта (катапультный, аэродромный, вертикальный, с руки) СТ, ед.
Длина пробега при взлете Lбла-взл, м
Длина пробега при посадке Lбла-пос, м
Возможность размещения БЛА на автомобиле или транспортной установке (РАЗБЛА), лог.
Площадь размещения Sбла, кв. м
Число задач боевого применения Nзад-бла, ед.
Время развертывания Tраз-кбла, мин
Время свертывания Tсвер-кбла, мин
Степень круглосуточности применения Tсут-бла, ч
Степень всепогодности применения Vпг-бла, ч.
Время барражирования Tбар-бла, ч
Способ управления (программный, дистанционный, комбинированный СУБЛА, ед.
Количество рабочих мест оператора (одно, два, три, четыре) Nпер-бла, ед.
День недели выполнения полетного задания ДПЗ, ед.
Время суток выполнения боевого задания КБЛА Tсут-кбла, ед.
Имеется ли возможность внутрифюзеляжной подвески (ПОДВФЮЗ), лог.
Степень загрузки БЛА Gзаг-бла, ед
Время подготовки полетного задания Tпз-кабла, мин
Имеется ли возможность выполнения задания в составе группы БЛА (ВЫПГРУП), лог.
Имеется ли возможность выполнения задания совместно с пилотируемыми ЛА (ВЫПЗАДПИЛ), лог.
Имеется ли возможность оперативного изменения полетного задания (ОИПЗ), лог.
Имеется ли возможность изменения вида траектории полета БЛА (ТРАЕКТ), лог.
Имеется ли возможность изменения времени взведения ВУ УАБ (ИЗМВУ), лог
Имеется ли возможность перенацеливания оружия (ПЕРЕНАЦ), лог.
Имеется ли возможность использования спутниковых каналов связи (СПУТКАН), лог
Имеется ли возможность отмены атаки после пуска оружия (ОТМПУСКА), лог.
Обладает ли БЛА свойствами (элементами) искусственного интеллекта (ИНТЕЛ), лог.
Степень интеллектуализации БЛА Wбла, ед.
Допустимая скорость ветра Vв, м/с
Обладает ли БЛА разведывательными функциями (РФ), лог.
Интегральный показатель "Выживаемость"
Выполнен ли БЛА по технологии "стелс" (СТЕЛС), лог.
Значение РЛ-заметности Sэпр-бла, кв.м
Имеет ли БЛА ИК-заметность (ИКЗАМ), лог.
Маневренные характеристики БЛА (развиваемая перегрузка) n, ед.
Минимальная высота полета при преодолении ПВО (Hпвomin), м
Обеспечивает ли БЛА скрытность действия (СД-БЛА), лог.
Подвержен ли БЛА воздействию помех (ВП-БЛА), лог
Оборудован ли БЛА аппаратурой по предотвращению столкновения с другими ЛА (СТОЛК-БЛА), лог.
Оборудован ли БЛА средствами для самообороны (СО-БЛА), лог.
Оборудован ли БЛА средствами РЭП (БЛА-РЭП), лог.
Интегральный показатель "Эксплуатационно-технический"
Назначенный ресурс Tрес, ч
Назначенный срок службы Tсл, ед.
Ремонтопригодность R, ед.
Число регламентных проверок в течение года Nрп, ед.
Средняя наработка на отказ Tснот, ед.
Наличие сервисного обслуживания (СО), лог.
Интегральный показатель "Экономический"
Стоимость КБЛА Sкбла, тыс. долл.
Стоимость КБЛА без учета полезной нагрузки Sбупн, тыс. долл.



Оценочные показатели
Стоимость КБЛА с учетом полезной нагрузки Сучполнаг, тыс. долл.
Стоимость разработки КБЛА Сраз-кбла, млн. долл.
Стоимость изготовления КБЛА Сизг-кбла, тыс. долл.
Стоимость эксплуатации КБЛА за год Сэксп-кбла, тыс долл.
Стоимость разработки БЛА раз-Сбла, млн. долл.
Стоимость изготовления БЛА Сизг-бла, тыс. долл.
Стоимость эксплуатации БЛА за год Сэксп-бла, тыс долл.
Стоимость подготовки летчика-оператора Сопер-бла, млн. долл.
Превышает ли себестоимость КБЛА рыночную стоимость КБЛА-аналога Срын-кбла), лог.
Интегральный показатель "Надежность"
Вероятность безотказной работы Рбр, ед.
Надежность дистанционного управления Рду, ед.
Средний коэффициент аварийности на 100000 лет.час., ед.
Среднее время между отказами Тотк, ч
Интегральный показатель "Технологический"
Степень преемственность $W=F(Kпр)$ , ед.
Эксплуатационная технологичность ЭТ, ед.
Интегральный показатель "Время"
Продолжительность разработки КБЛА Траз, год
Продолжительность изготовления КБЛА Тизг, год
Продолжительность эксплуатационного освоения КБЛА Тэкос, год

## Заключение

В настоящий период времени проблеме принятия решений при разработке (модернизации) многофункциональных КБЛА как перспективных СТС уделяется больше внимание, особенно разведывательно-ударных и ударных КБЛА. Несмотря на их серийное производство общепринятая концепция и методы раннего анализа таких сложных систем как КБЛА как за рубежом, так и в нашей стране, в идеологии их разработки: создавать или не создавать, а если создавать, то с какими ТТХ? – не сформированы. Поэтому, крайне целесообразным является рассмотрение методических подходов по формированию концепции создания КБЛА на раннем этапе с учетом тенденции их развития. Верное решение к этой проблеме следует искать на основе СП и использования методов СА и СС. Актуальность обозначенной проблемы обусловлена повышением функциональной и экономической эффективности КБЛА, которая может быть обеспечена широким применением комплексов методов и моделей, в том числе системных принципов их создания с учетом применения (так или иначе это потребуется) метода экспертных оценок в условиях дефицита времени и финансовых ресурсов.

Одним из основных инструментов при определении технического облика ударных КБЛА предлагается его формирование по критерию оценки технического уровня, который базируется на знаниях о значении оценочных показателей. На основании изложенного следует, что одним из главных направлений при создании КБЛА является системный подход к его проектированию и формированию технического облика.

## Литература

1. Новичков Н., Федюшко Д. Китайские роботы рассекречены // Военно-промышленный курьер. – 2018. – № 44 (757). – 13-19 ноября. – С. 8.
2. Китайский беспилотный калейдоскоп // Взлет. – 2018. – № 11-12. – С. 24-28.
3. Барковский В.Ю., Милованова Л.Р. Беспилотные летательные аппараты мира. Под ред. Н.Н. Новичкова. Справочник. – М: Информационное агентство «АРМС-ТАСС», 2014. – 462 с.
4. Кошкин Р. П. Беспилотные авиационные системы. – М: Издательство «Стратегические приоритеты», 2016. – 676 с.
5. Василин Н. Я. Беспилотные летательные аппараты/ – Мн.: "ООО "Попурри", 2003. – С. 272 с.
6. Иванов М. С., Аганесов А.В., А. А. Крылов и др. Беспилотные летательные аппараты. Под. общ. ред. С. А. Попова; ВУНЦ ВВС "ВВА". – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2015. – 619 с.

7. Белов С. Г., Верба В.С., Глаголев В. А. и др. Комплексы с беспилотными летательными аппаратами. Под ред. В.С. Вербы и Б.Г. Татарского. – М.: Радиотехника, 2016. В 2-х кн. Кн. 1. Принципы построения и особенности применения комплексов с БЛА. – 2016. – 507 с. Кн. 2. Робототехнические комплексы на основе БЛА. – 2016. – 821 с.
8. Барковский В.И., Скопец Г.М., Степанов В. Д. Методология формирования технического облика экспортно-ориентированных авиационных комплексов. – М.: Физматлит, 2008. – 243 с.
9. Болховитинов В. Ф. Пути развития летательных аппаратов. – М.: Оборонгиз, 1962. – 132 с.
10. Лебедев А. А., Баранов В. Н., Бобронников В.Т. и др. Основы синтеза систем летательных аппаратов / Под ред. А. А. Лебедева. – М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.
11. Семенов С. С., Полтавский В.В., Бурба А.А., Аверкин А.Е., Полохов А.Н. Роль разведывательно-ударных и ударных комплексов беспилотных летательных аппаратов в системе вооружения ВВС и ВМС ведущих стран мира // Боеприпасы. – 2013. – № 1. – С. 54-63.
12. Семенов С. С., Полтавский А.В., Бурба А.А., Аверкин А.Е., Полохов А.Н. Концептуальные вопросы развития ударных комплексов беспилотных летательных аппаратов // Боеприпасы. – 2012. – № 3. – С. 26-44.
13. Полтавский А.В., Маклаков В.В., Аверкин А.Е., Полохов А.Н., Бородуля В.М., Бурба А.А., Семенов С. С., Седых Ю.И. Системные принципы создания и применения многоцелевых комплексов беспилотных летательных аппаратов. – М.: ИПУ РАН, 2010. – 102 с.
14. Семенов С. С. Основные положения системного анализа при оценке технического уровня сложных систем с применением экспертной оценки // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 4. – С. 45-53.
15. Милованова Л. ВМС США не могут решить, какой дрон перспективнее // Военно-промышленный курьер. – 2015. – № 22 (588). – 17-23 июня. – С. 6, 7.
16. Матвеевский С.Ф. Основы системного проектирования комплексов летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1987. – 240 с.
17. Отечественные беспилотники в широком ассортименте // Военно-промышленный курьер – 2014. – № 39 (557). – 22-28 октября. – С. 8.
18. БПС: Зарубежные программы разработок ударных БПЛА. – М.: ООО "Аэрокосмические технологии", 2008. – 27 с.
19. Титков С. С. Современное состояние и перспективы развития беспилотных авиационных систем XXI века. Аналитический обзор по материалам зарубежных информационных источников. Под общ. ред. академика Е. А. Федосова. – М.: НИЦ ГНЦ РФ ФГУП "ГосНИИАС", 2012. – 196 с.
20. Желтов С. Ю. Современное состояние и перспективы развития технологий моделирования авиационных комплексов // Юбилейная Всероссийская научно-техническая конференция "Авиационные системы в XXI веке", Москва (26-27 мая 2016 г.). Сборник докладов. Том 1 (Пленарное заседание, секции 1-2). – М.: ГНЦ РФ ФГУП "ГосНИИАС", 2017. – 445 с. – С. 9-30.
21. Семенов С. С., Воронов Е. М., Полтавский А.В., Крянев А.В. Методы принятия решений в задачах оценки качества и технического уровня сложных технических систем". Под ред. д-ра техн. наук, проф. Е. Я. Рубиновича. – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 520 с.
22. Семенов С. С. Оценка качества и технического уровня сложных систем: Практика применения метода экспертных оценок. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 352 с.
23. Семенов С. С., Полтавский А.В., Щербинин В.В. К определению функций ценности единичных оценочных показателей при оценке технического уровня ударных комплексов беспилотных летательных аппаратов // Вопросы оборонной техники. – Серия 9. Специальные системы управления, следящие приводы и их элементы. – 2012. – № 5 (257). – С. 56-63.
24. Семенов С. С., Харчев В. Н., Иоффин А.И. Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники. – М.: Радио и связь, 2004. – 552 с.
25. Семенов С. С., Щербинин В.В. Оценка технического уровня систем наведения управляемых авиационных бомб. – М.: Машиностроение, 2015. – 326 с.
26. Воронов Е. М., Щербинин В.В., Семенов С. С. К оценке технического уровня сложных технических систем с учетом полного жизненного цикла // Онтология проектирования. – 2016. – Т. 6. – № 2 (20). – С. 173-192.