

# НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ ПО УПРАВЛЕНИЮ КОНФИГУРАЦИЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Серебрянский С.А., Настас К.Г.

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)*

*Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4*

[s-s-alex@mail.ru](mailto:s-s-alex@mail.ru), [christinanastas@mail.ru](mailto:christinanastas@mail.ru)

*Аннотация: в статье предложены подходы использования управления конфигурацией беспилотных авиационных систем с применением принципов и правил, заложенных в управлении жизненным циклом пилотируемой авиации с учетом необходимого категорирования беспилотных воздушных судов.*

Ключевые слова: управление конфигурацией, жизненный цикл изделия, беспилотная авиационная система, беспилотное воздушное судно.

Современный технологически развитый мир требует постоянного совершенствования технических и технологических подходов по созданию востребованной продукции. Всё больше внимания уделяется качеству предоставляемых услуг будь то в сфере разработки продукции, её транспортировки или продажи. При этом одним из важных вопросов является экономическая целесообразность предоставления этой услуги, позволяющая выполнять государственные задачи (и/или вести успешный бизнес). Авиация (авиационные перевозки) не стала исключением и является на сегодняшний день основным транспортом по доставке грузов (пассажиров), способным доставлять грузы в кратчайшие сроки. Но и цена летного часа у пилотируемой авиации является крайне высокой. Поэтому, с развитием технологий в области беспилотной авиации и решением нормативных правовых вопросов нахождения беспилотника в едином воздушном пространстве, использование беспилотной техники будет в разы дешевле и тем самым привлекательней для внедрения в процесс предоставления услуги по выполнению того или иного вида авиационных работ.

Перечень авиационных работ, уточненных в федеральных авиационных правилах – ФАП-429 [1] достаточно полный и подробный. Расширение перечня предоставляемых услуг с помощью беспилотных авиационных систем (БАС) свидетельствует о все более серьезной активности государственных и негосударственных системных заказчиков, подтверждающих очень большую востребованность беспилотной авиации с учетом накопленного опыта и анализа достигаемой экономической эффективности. К таким заказчикам можно отнести – АО «Почта России», обеспечивающих доставку почтовой корреспонденции миллионам жителей России в отдаленных и труднодоступных районах страны, которое должно стать более регулярным и менее затратным с применением беспилотных воздушных судов (БВС), входящих в состав БАС, мониторинг миллиардной площади лесного фонда России для обнаружения очагов пожаров, экологических проблем и работ по лесоустройству в интересах Минприроды и Федерального агентства лесного хозяйства, а также контроль и информирование о незаконной вырубке лесных массивов, контроль с помощью спутниковых и геоинформационных технологий в управлении перевозками, обеспечении безопасности и содержании железнодорожной инфраструктуры в интересах АО «Российские железные дороги», мониторинг выполнения строительных работ и соблюдения последовательности и состава выполняемых технологических операций, визуализация динамики строительных работ, наличие техники и персонала, цифровизация процессов строительства и эксплуатации объектов капитального строительства в интересах государственной компании «Росатом».

Но анализ показывает, что развитие беспилотной авиации в Российской Федерации идет гораздо медленнее, чем во всем мире. Оценочно, объем рынка продукции и услуг с применением БАС в Российской Федерации на начало 2021 года составляет 0,7% от мирового. Еще только в 2019 году этот показатель составлял более 1%. Если на рубеже 2010-2014 гг. Россия и США были сопоставимы по количеству занятых специалистов, числу коммерческих предприятий и объему флота БВС, то к настоящему моменту разрыв по различным показателям составляет десятки и сотни раз.

Тем не менее показатели розничных и коммерческих закупок БАС в России имеют четкую тенденцию к динамике роста, что говорит о расширении областей применения БВС в интересах государственных и негосударственных предприятий и частного сектора экономики.

Подтверждением этому может служить проведенный анализ состояния использования БАС с БВС в Российской Федерации (рисунок 1) [2].

### Состояние внутреннего рынка БАС

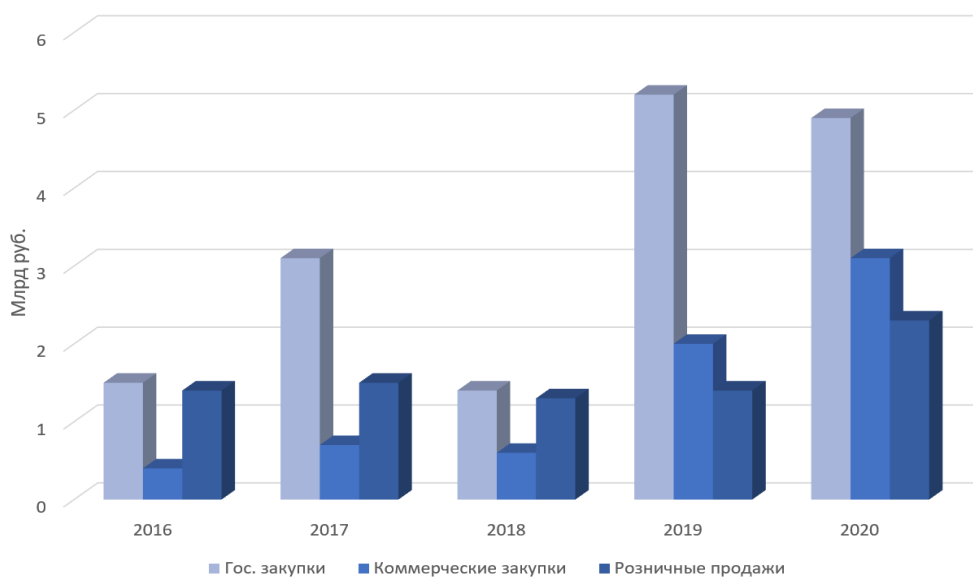


Рис. 1. Состояние внутреннего рынка БАС

Управление конфигурацией является составной частью системы управления жизненного цикла (ЖЦ) изделия авиационной техники [3]. Однако, внедрение и использование БАС имеет ряд проблем и ограничений. На основе анализа этапов ЖЦ отечественных БАС в числе основных проблем, требующих решения в целях интенсивного развития российскими компаниями сферы БАС, развития внутреннего рынка и выхода на международный рынок следует выделить следующие:

- отсутствие эксплуатационных требований к БАС и обеспечивающей инфраструктуре с учетом имеющихся потребностей рынка авиационных работ и потребностями федеральных органов исполнительной власти;
- избыточная сложность эксплуатации БАС (особенно в сегменте свыше 30 кг.);
- отсутствие трансфера технологий из Министерства обороны Российской Федерации в гражданскую сферу, а также отсутствие унификации гражданских и военных технологий;
- стандартизация технологий с недоказанной технической и экономической эффективностью, влекущей блокирование инициатив развития инновационных подходов и технологий к интеграции беспилотных гражданских воздушных судов в воздушное пространство;
- недостаточное регулирование в рамках воздушного законодательства Российской Федерации деятельности гражданских БАС;
- недостаточная отработка и учет правовых и экономических предпосылок для формирования благоприятных нормативных условий в целях развития рынка БАС;
- отсутствие необходимых регулятивных условий для применения беспилотных авиационных систем в отдельных сферах экономической деятельности, в частности в геодезии, картографии, кадастровой деятельности;
- низкий уровень доверия общества к беспилотным авиационным технологиям вследствие бытующих заблуждений о повышенной опасности беспилотных гражданских воздушных судов, малого числа мероприятий по их популяризации и демонстрации положительного опыта их развлекательного, спортивного и коммерческого применения;
- низкая правовая культура и слабая информированность разработчиков БАС (особенно в сегменте до 30 кг) о правилах разработки и постановки БАС на производство;
- низкая правовая культура и слабая информированность собственников беспилотных гражданских воздушных судов о правилах подготовки и выполнения полетов, а также правилах использования воздушного пространства;
- медленное внедрение ключевых системных технологий обеспечения безопасных полетов и предупреждения несанкционированного использования БАС и пилотируемых воздушных судов.

- низкий темп разработки и уровень согласованности необходимых нормативных правовых актов и нормативно-технических документов, в т.ч. определяемых технологическими возможностями.
- В целях устранения проблем с внедрением и использованием БВС и обоснования облика БАС для коммерчески эффективного выполнения авиационных работ в гражданской авиации на территории Российской Федерации целесообразно в первую очередь рассмотреть возможность проведения исследований и разработки имитационно-моделирующих средств оценки возможностей таких БАС.
- Разрабатываемая система имитационно-моделирующих средств должна обеспечивать:
  - формирование сценариев выполнения авиационных работ в гражданской авиации для решения социально-экономических задач на территории Российской Федерации;
  - анализ задач, возлагаемых на БАС, и определение потребного количества БВС для их решения;
  - формирование рационального состава различных типов БАС, необходимого для выполнения авиационных работ в гражданской авиации на территории Российской Федерации;
  - рациональное (с учетом особенностей БАС) перераспределение задач, решаемых на территории Российской Федерации традиционными средствами;
  - формирование основных требований к БАС и обеспечивающей инфраструктуры на основе спектра задач, возлагаемых БАС;
  - оценку экономической эффективности БАС при выполнении ими авиационных работ в различных условиях;
  - оценку технических решений, закладываемых в требованиях к перспективным (модернизируемым) БАС, а также формирование рациональных требований к её элементам (целевым нагрузкам, бортовому и наземному оборудованию) и обеспечивающей инфраструктуре;
  - моделирование применения БАС в заданных условиях, отработку эффективных способов и приемов применения БАС;
  - отработку способов взаимодействия командира и внешних пилотов БВС с региональными и зональными центрами Единой системы организации воздушного движения на основе анализа результатов моделирования альтернативных вариантов решений в заданных условиях применения;
  - оценку базовых показателей поддержки постпроизводственного жизненного цикла БАС для обеспечения выполнения авиационных работ в различных условиях применения.

В целях обеспечения выхода из сложившейся ситуации целесообразно использовать основные принципы управления конфигурацией при разработке, производстве, эксплуатации и, при необходимости, капитальном ремонте БАС по аналогии с общепринятой методикой управления конфигурацией изделий авиационной техники. Необходимо отметить, что управление ЖЦ осуществляется с использованием специализированных технологий (методов и средств) управления: управления требованиями, управления конфигурацией изделий авиационной техники и систем, управления проектами в рамках программы, управления номенклатурой устаревающих покупных изделий, а также с использованием технологий интегрированной логистической поддержки и информационной поддержки ЖЦ [4].

В связи с обширным перечнем задач, решаемых БАС, а также значительным числом возможных вариантов целевой нагрузки, организациями промышленности и науки, как правило, под каждую конкретную задачу создается свой образец БАС. Уже сейчас число однотипных БАС превышает разумные пределы. Например, только самостоятельно разрабатываемых (вне рамок государственного финансирования) отечественных БАС в настоящее время насчитывается более 100 типов. Сложившаяся тенденция приводит к необоснованному росту стоимости и сроков создания БАС, делает невозможным их объективное сравнение, затрудняет внедрение единой системы испытаний, эксплуатации, ремонта и применения.

В военной терминологии вместо названия БАС принято использовать термин – комплекс с беспилотными летательными аппаратами (КБЛА). Многообразие спектра задач, решаемых КБЛА, оказывает существенное влияние на перечень функциональных признаков. Исходя из существующего многообразия БЛА и разнонаправленности решаемых ими задач, а также с целью совершенствования нормативной базы создания КБЛА предложена классификация БЛА по иерархическому многоуровневому принципу, где классификация верхнего уровня проводится по масштабу функционального назначения и предполагает рациональное деление по принадлежности к структурам боевого управления. Так для систем военного назначения можно определить категории

верхнего уровня – КБЛА дивизионного, армейского, и т.д. звена, что можно классифицировать как на КБЛА ближнего действия, тактического предназначения, оперативно-тактического предназначения и стратегического предназначения.

Предлагается сформировать систему функциональных признаков и показателей, характеризующих КБЛА. Разработанная система функциональных признаков и показателей соотнесенная с категориями КБЛА позволит структурировать совокупность функциональных, физических и эксплуатационных характеристик (свойств) предполагаемого к разработке, разрабатываемого или существующего изделия.

Предлагаемая категоризация КБЛА:

Категория 1 – КБЛА ближнего действия;

Категория 2 – КБЛА тактического предназначения;

Категория 3 – КБЛА оперативно-тактического предназначения;

Категория 4 – КБЛА стратегического предназначения.

Таблица 1. Предлагаемая категоризация КБЛА и их возможная функциональная нагрузка

<p>Категория 1 КБЛА ближнего действия Зона до 100 км</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- микрофон</li> <li>- фотокамера</li> <li>- видеокамера</li> <li>- инфракрасная камера (ночного видения)</li> <li>- тепловизионная камера</li> <li>- аэрофотосканеры</li> <li>- блок газового анализа</li> <li>- блок химической (биологической) разведки</li> <li>- электрошокер</li> <li>- акустическая установка</li> <li>- выстреливаемая сеть</li> <li>- ионизирующее излучение</li> </ul>	<p>Категория 2 КБЛА тактического предназначения Зона 100-250 км</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фотокамера</li> <li>- видеокамера</li> <li>- инфракрасная камера (ночного видения)</li> <li>- тепловизионная камера</li> <li>- аэрофотосканеры</li> <li>- блок измерения ионизирующих излучений</li> <li>- стреляющие механизмы</li> <li>- пулемет</li> <li>- гранатомет</li> <li>- огнемёт</li> </ul>
<p>Категория 3 КБЛА оперативно-тактического предназначения Зона до 250-500 км</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фотокамера</li> <li>- видеокамера</li> <li>- инфракрасная камера (ночного видения)</li> <li>- тепловизионная камера</li> <li>- пулемет</li> <li>- авиационные пушки</li> <li>- неуправляемые (корректируемые) ракеты</li> </ul>	<p>Категория 4 КБЛА стратегического предназначения Зона более 500 км</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фотокамера</li> <li>- видеокамера</li> <li>- инфракрасная камера (ночного видения)</li> <li>- тепловизионная камера</li> <li>- блок радиотехнической разведки</li> <li>- неуправляемые (корректируемые) ракеты</li> <li>- управляемые ракеты</li> <li>- корректируемые бомбы</li> </ul>

Принятую категоризацию также можно использовать в гражданском секторе для БАС, определив эти категории по региональному признаку:

- Категория 1 – БАС местного значения (район);
- Категория 2 – БАС областного значения (район-область);
- Категория 3 – БАС окружного значения (область-край);
- Категория 4 – БАС федерального значения (межрегиональный уровень).

Предлагаемый перечень функциональных признаков будет определяться наличием на борту следующих видов функциональной нагрузки:

Разведывательная аппаратура

- микрофон
- фотокамера
- видеокамера
- инфракрасная камера (ночного видения)
- тепловизионная камера
- аэрофотосканеры

- блок радиотехнической разведки
- блок газового анализа
- блок химической (биологической) разведки
- блок измерения ионизирующих излучений

... аппаратура

- блок звукового оповещения
- блок постановки помех
- блок радиоретрансляции
- блок постановки радиопомех

Нелетальное вооружение

- электрошокер
- акустическая установка
- выстреливаемая сеть
- ионизирующее излучение

Стрелковое вооружение

- стреляющие механизмы
- пулемет
- гранатомет
- огнемёт
- авиационные пушки

Ракетное вооружение

- неуправляемые (корректируемые) ракеты
- управляемые ракеты
- корректируемые бомбы

Таким образом, зная функциональные возможности КБЛА/БАС, относящегося к одной из категорий можно предложить описание их значений:

Категория 1 (КБЛА ближнего действия) –  $P_1 = p_f$

Категория 2 (КБЛА тактического предназначения) –  $P_2 = p_f + p_v$

Категория 3 (КБЛА оперативно-тактического предназначения) –  $P_3 = p_f + p_v + p_{vik}$

Категория 4 (КБЛА стратегического предназначения) –  $P_4 = p_f + p_v + p_{vik} + p_{tr}$

Введем формулу определения функциональной возможности КБЛА/БАС

$$P_n = \sum_i^n p, \quad (1)$$

где, P – категория, p – функциональный признак.

Для дальнейшего исследования возможности внедрения принципов управления конфигурацией на стадиях жизненного цикла введем систему показателей, характеризующих технический уровень КБЛА/БАС. Она в общем виде включает:

- общетехнические показатели;
- показатели интеллектуальности;
- показатели унификации.

Общетехнические показатели являются общими для оценки КБЛА/БАС вне зависимости от их целевого предназначения и среды их применения (Рис. 2).

В указанной группе предлагается определить следующие показатели:

- *доля отечественных комплектующих* ( $K_{OK}$ ) – показатель, характеризующий степень применения компонентов, произведенных отечественными промышленными предприятиями;

$$K_{OK} = \frac{N_{эоп}}{N_{эртк}} * 100,$$

где  $N_{эоп}$  – количество элементов отечественного производства;

$N_{эртк}$  – количество элементов КБЛА/БАС.

- *возможность работы в сложных природно-климатических условиях* ( $K_{Ку}$ ) – параметр, который характеризует способность КБЛА/БАС работать в труднейших климатических условиях (например, в условиях Арктики или сильного дождя/снега/ветра);



Рис. 2. Общетехнические показатели КБЛА/БАС

$$K_{KY} = \sum_{i=1}^n K_i,$$

где  $K_i$  – весовой коэффициент различных природно-климатических условий;

$n$  – количество природно-климатических условий, в которых может функционировать КБЛА/БАС

- *взаимодействие с внешними автоматизированными системами* – параметр, определяющий уровень взаимодействия с внешними автоматизированными системами;

$$K_{BZ} = \sum_{i=1}^n K_i,$$

где  $K_i$  – весовой коэффициент уровня взаимодействия КБЛА/БАС с внешними системами;

$n$  – количество возможных вариантов взаимодействия.

- *возможность транспортирования* – параметр, который характеризует приспособленность КБЛА/БАС к транспортированию (например, вертолетами армейской или транспортной авиации), (присваивается уровень);

$$K_{TP} = \sum_{i=1}^n K_i,$$

где  $K_i$  – весовой коэффициент различных видов транспортирования;

$n$  – количество различных видов транспортирования.

- *среднее время наработки на отказ* – показатель, характеризующий надежность КБЛА/БАС по среднему времени работы на отказ.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{m},$$

где:  $t_i$  – наработка до наступления  $i$ -го отказа;  $m$  – число отказов.

**Показатели интеллектуальности** определяют уровень интеллектуальной автономности образца КБЛА/БАС, способность принимать ключевые решения как автономно, так и в составе группы КБЛА/БАС (рисунк3).

В этой группе предлагается определить следующие показатели:

- *уровень автономности функционирования* – показатель, определяющий способность КБЛА/БАС самостоятельно (в автономном режиме) выполнять predetermined набор действий (задач) – присваивается оценочный уровень;
- *уровень системы технического зрения* – интегральный показатель, характеризующий способность КБЛА/БАС распознавать различные объекты, главной его составляющей является система технического зрения;

$$K_{CTЗ} = \sum_{i=1}^n K_i,$$

где  $K_i$  – весовой коэффициент варианта использования системы технического зрения;  
 $n$  – количество возможных вариантов использования системы технического зрения.



Рис. 3. Показатели интеллектуальности КБЛА/БАС

- *уровень человеко-машинного интерфейса управления* – показатель, определяющий уровень задействования человека при управлении КБЛА/БАС – присваивается оценочный уровень;
- *возможность группового применения* – показатель, который характеризует возможность и способность взаимодействовали БЛА/БВС с другими БЛА/БВС при выполнении задачи по предназначению – присваивается оценочный уровень;
- *уровень решения навигационной задачи* – показатель, характеризующий способность КБЛА/БАС точно определять свое местоположение, ориентироваться, а также точно определять направление дальнейшего движения – присваивается оценочный уровень;
- *наличие средств самодиагностики* – показатель, характеризующий способность осуществлять техническую диагностику и регистрацию показателей бортового оборудования, а также прогнозировать его техническое состояние;
- *возможность автоматического возврата* – показатель возможности возврата КБЛА/БАС в автономном режиме в точку с заранее заданными координатами при потере управления или поломке.

**Показатели унификации** характеризуют уровень приведения КБЛА/БАС к единообразию, на основе включения в них однотипных, стандартных или унифицированных составных частей. Чем выше процент стандартных и унифицированных деталей, тем лучше, как для изготовителя продукции, так и для потребителя (рисунок 4).

Для группы «Показатели унификации КБЛА/БАС» предлагается определить следующие показатели [5]:

- *коэффициент повторяемости по составным частям* – показатель степени использования однотипных деталей в конструкции КБЛА/БАС;

$$K_{\Pi} = \frac{n - n_0}{n} \times 100,$$

где  $n$  – общее количество составных частей КБЛА/БАС;  $n_0$  – количество типоразмеров составных частей в КБЛА/БАС.

- *коэффициент применяемости по составным частям* – показатель, характеризующий степень использования при проектировании КБЛА/БАС стандартных и унифицированных изделий и материалов;

$$K_{\Pi p} = \frac{n - n_0}{n} \times 100,$$

где  $n$  – общее количество типоразмеров составных частей в КБЛА/БАС;

$n_0$  – количество типоразмеров оригинальных составных частей КБЛА/БАС.



Рис. 4. Показатели унификации КБЛА/БАС

- *уровень модульности* – показатель, характеризующий возможность дополнения различными функциональными блоками, замены узлов и компонентов программного обеспечения;

$$K_{MD} = \sum_{i=1}^n K_i$$

где  $K_i$  – весовой коэффициент модульности;  $n$  – количество возможных вариантов модульности.

- *открытость архитектуры* – показатель, характеризующий использование стандартных аппаратных и программных интерфейсов – присваивается оценочный уровень.

Критерии оценки технического уровня и требуемые значения общих показателей КБЛА/БАС приведены в таблице 2.

Таблица 1. Требуемые значения общих показателей КБЛА/БАС

Показатели	Единицы измерения	Требуемые значения показателей
Общетехнические показатели РТК		
Доля отечественных комплектующих	%	100%
Возможность работы в сложных природно-климатических условиях	макс. оценка	Возможность работы во всех сложных природно-климатических условиях
Взаимодействие с внешними автоматизированными системами	макс. оценка	Осуществлять прием/выдачу целеуказаний и данных тактической обстановки
Возможность транспортирования	макс. оценка	Возможность транспортирования различными видами транспорта
Среднее время наработки на отказ	часы	Требование заказчика, либо максимальное значение из оцениваемых образцов
Показатели интеллектуальности РТК		
Уровень автономности функционирования	уровень	Возможность автономного выполнения набора задач для достижения конечной цели
Уровень системы технического зрения	макс. оценка	Автоматическое использование СТЗ для выполнения действий РТК
Уровень человеко-машинного интерфейса управления	уровень	Взаимодействие с РТК голосом без дополнительных ограничений
Уровень решения навигационной задачи	уровень	Как с использованием спутниковой навигационной системы, так и без нее
Возможность группового применения	уровень	Возможность передачи функций центрального управления между членами группы РТК
Наличие средств самодиагностики	качеств. оценка	Наличие



Показатели	Единицы измерения	Требуемые значения показателей
Возможность возврата в автоматическом режиме в точку с заранее заданными координатами	качеств. оценка	Наличие
Показатели унификации РТК		
Коэффициент повторяемости по составным частям	%	Требование заказчика, либо максимальное значение из оцениваемых образцов
Коэффициент применяемости по составным частям	%	Требование заказчика, либо максимальное значение из оцениваемых образцов
Уровень модульности	макс. оценка	Обеспечение максимальной конструктивно-функциональной реконфигурации
Открытость архитектуры	уровень	Использование стандартных аппаратных и программных интерфейсов

По желанию Заказчика, экспертного состава комиссии количество показателей, учитывающих те или иные характеристики изделия, может быть уточнено.

Оценка технического уровня КБЛА/БАС предназначена для проведения комплексной оценки технического уровня КБЛА/БАС, в которой предполагается определение перечня оцениваемых образцов КБЛА/БАС, состава экспертной группы и уточнение перечня оцениваемых технических показателей КБЛА/БАС. Перечень оцениваемых образцов КБЛА/БАС формируется с учетом особенностей выполнения задачи и схожих базовых технических характеристик и параметров (для сравнения образцов одного класса). Формулу (1) можно записать в следующем виде:

$$P_n = \sum_i^n p \sum_i^n k, \quad (2)$$

где, P – категория КБЛА/БАС; p – функциональный признак. k – весовой коэффициент выбранного показателя

Таким образом определив выбранные показатели для конкретного образца КБЛА/БАС с помощью экспертной комплексной оценки можно оценить возможность управления конфигурацией типоряда образцов КБЛА/БАС этого класса.

## Заключение

Совершенствование управления процессами ЖЦ авиационной техники всецело зависит от роста производственных и информационных технологий, внедрения перспективных технологий автоматизированного проектирования и производства основных и комплектующих изделий. Об этом свидетельствуют ряд особенностей:

- постоянное внедрение новейших технологий и материалов, увеличение используемых программных и электронных компонентов, что усложняет производство, приводит к росту стоимости производимой продукции, а также стоимости её эксплуатации, ремонта и утилизации;
- требования заказчиков по улучшению выпускаемых изделий, их постоянной модернизации приводит к увеличению объемов проектной, конструкторской, производственной и эксплуатационной документации;
- необходимость использования современного автоматизированного и специального оборудования также повышает стоимость обслуживания и предъявляет высокие требования к обслуживающему персоналу.

Такова цена повышения эффективности КБЛА/БАС.

Многообразие спектра задач, выполняемых КБЛА/БАС оказывает существенное влияние на перечень показателей для оценки их технического уровня. Перечень показателей, выбранных для оценки технического уровня КБЛА/БАС, влияет на качество и достоверность экспертной оценки наилучшего образца БЛА/БВС.

Предложенная модель использования принципов управления конфигурацией КБЛА/БАС и система показателей является достаточной, однако, может варьироваться и дополняться с учетом особенностей оцениваемых образцов БЛА/БВС и специфики стоящих перед ними задач.

## Литература

1. Электронный ресурс / «Приказ Министерства транспорта РФ от 21 октября 2020 г. № 429»/  
<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74733769>.
2. Электронный ресурс / Материалы круглого стола «Системный анализ состояния, перспектив и ограничений индустрии беспилотных авиационных систем», Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации 13.05.2021 г./ [https://aeronext.aero/press\\_room/news/171983](https://aeronext.aero/press_room/news/171983).
3. ГОСТ Р 58054-2018 Изделия авиационной техники. Управление конфигурацией. Общие положения.
4. Цифровые технологии в жизненном цикле российской конкурентоспособной авиационной техники/ Братухин А.Г., Серебрянский С.А., Стрелец Д.Ю., Погосян М.А., Поляков В.Б. и др. – Издательство МАИ, 2020.
5. ГОСТ 23945.0-80 Унификация изделий. Основные положения.