

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЛИКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ

А. В. Полтавский, А. С. Жумабаева, К. А. Айжариков

Введение

Проведенный анализ научно-технических источников показал, что 80–90 % операций, проводимых с применением КБЛА, приходится на пересекающуюся область военного и гражданского назначения. В связи с этим актуальна проблема создания многофункциональных комплексов с беспилотными летательными аппаратами (КБЛА) двойного назначения (ДН), предназначенных для решения народнохозяйственных и специальных задач. Многофункциональный КБЛА – это КБЛА ДН, выполняющий функции (задачи) разведки, доставки различных грузов, удара, ретранслятора, мониторинга пространства, патрулирования, который может успешно использоваться в радиационной, химической, бактериологической обстановке и разведках и др. [1, 2].

КБЛА ДН представляет собой совокупность взаимосвязанных в единую организационно-техническую систему (ОТС) беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и наземных технических средств, обеспечивающих применение БЛА в воздухе, а также техническую эксплуатацию на земле. Структурный состав КБЛА может меняться в зависимости от решаемых задач, их масштабов, видов действий и условий применения БЛА [1]. Под обликом ОТС будем понимать комплекс разрабатываемых моделей в виде систем аналого-имитационных моделей (САИМ) и соответствующие тактико-технические характеристики (ТТХ) объектов КБЛА ДН [1–4].

Для повышения качества функционирования КБЛА ДН требуется всестороннее исследование проблем и оценки качества их разработки, отвечающих уровню современных требований с учетом мировых тенденций развития таких ОТС [1, 5]. Разработка новых методов и алгоритмов структурно-параметрической оптимизации параметров КБЛА ДН, синтеза новых технических обоснованных решений в ОТС, обеспечивающих заданные ТТХ КБЛА ДН на ранних стадиях предварительного проектирования является собой трудно формализуемую проблему. Для решения поставленной проблемы необходимы компьютеризированная система аналитико-имитационного моделирования (САИМ) и комплексная компьютеризированная система поддержки принятия управленческих решений (КСППУР). Следует напомнить, что основная задача моделирования – это обоснование выбора оптимального решения. Средствами моделирования являются многомерные и многосвязные системы уравнений, описывающие и объясняющие связь между интересующими показателями (параметрами) явления (процесса или объекта) ОТС; программные средства (ПС), моделирования и отображения информации; средства испытания и интерпретации результатов принимаемых решений в КСППУР.

Основные положения модельного синтеза КБЛА ДН

Эффективность многоцелевого КБЛА ДН характеризуется степенью соответствия цели и результатов проводимой им операции, что обуславливается качеством системы, измеряется показателями качества, оценивается по критериям пригодности и оптимальности (функциональной эффективности). Критерии функциональной эффективности ОТС связаны иерархией с вероятностью выполнения поставленной задачи (ПЗ), стоящей перед динамической системой $\hat{P}_{вз} = P(\theta)$, в которой $\hat{P}_{вз}$ – оценка вероятности выполнения ПЗ; $P(\theta)$ – вероятность выполнения ПЗ в математическом моделировании; θ – событие, которое связано условием выполнения ПЗ перед множеством БЛА ДН, т.е. с конечной целью и задачами функционирования КБЛА ДН. Случайность данного события является следствием воздействия на комплекс с БЛА внешних и внутренних возмущений. Для многофункционального КБЛА ДН приняты следующие условия логического вывода (условия о соответствии объекта целевым требованиям): $\alpha_1 : \hat{P}_{вз} = \hat{P}_{вз}^{опт}$ – (критерий при-

годности КБЛА ДН по оптимальности (в оптимизационных задачах модельного синтеза и предварительных испытаниях ОТС); $\alpha_2: \hat{P}_{\epsilon_3} \in \{\hat{Y}_{<n>}^{\delta}\}$ – (критерий пригодности КБЛА ДН по принадлежности); где $\{\hat{Y}_{<n>}^{\delta}\}$ – область допустимых значений оцениваемых показателей качества ОТС; $\alpha_3: \hat{P}_{\text{вз}} \geq \hat{P}_{\text{вз}}^{\text{тр}}$; – (критерий пригодности КБЛА ДН по превосходству).

Стратегия модельного синтеза объектов КБЛА ДН в среде КСППУР заключается в определении назначения системы и включении в нее моделей новых структур с соответствующими целями, задачами и показателями их функциональной эффективности.

Основные задачи и показатели функциональной эффективности перспективных многофункциональных КБЛА двойного назначения следующие [1, 5]:

1) обнаружение и распознавание объектов-целей – $P_{\text{вз1}} = P_{\text{по}}$, где $P_{\text{по}}$ – вероятность правильного обнаружения объекта-цели $P_{\text{по}} = F(P_{\text{обн}}, P_{\text{р}})$, $P_{\text{обн}}$ – вероятность обнаружения объекта-цели в заданных диапазонах условий применения (УП); $P_{\text{р}}$ – вероятность распознавания объекта-цели в заданных диапазонах УП;

2) доставка грузов (целевого оборудования (ЦО) – авиационных неуправляемых грузов (АНГ) и управляемых авиационных грузов (УАГ)) к объекту-цели – $P_{\text{вз2}} = P_{\text{ц}}$. Здесь $P_{\text{ц}}$ – вероятность доставки груза к объекту-цели, связанная с основным событием θ ;

3) контроль (мониторинг) окружающей среды, объекта, доставки УАГ – $P_{\text{ко}}$.

Дополнительными задачами для многофункционального КБЛА ДН являются: ретрансляция данных (РТР), постановка помех (ПП) $P_{\text{рзб}}$, радиационная $P_{\text{рр}}$, бактериологическая $P_{\text{рб}}$ и химическая разведка $P_{\text{рхр}}$, патрулирование границ, поиск людей и множество других функциональных задач с соответствующими показателями (в пересекающихся задачах народного хозяйства и силовых ведомств).

Иерархия этих характеристик условно разбивается на три уровня и отображена на рис. 1, в котором, кроме перечисленных выше показателей, включены: $P_{\text{вж}}$ – вероятность выживаемости БЛА; μ – характеристика интенсивности вылетов БЛА; $P_{\text{г}}$ – вероятность готовности БЛА к вылету на задание; $P_{\text{пу}}$ – вероятность преодоления БЛА потенциальных угроз (ПУ); $P_{\text{с}}$ – вероятность сброса груза в первом заходе; $P_{\text{н}}$ – вероятность наведения БЛА в заданный район; $P_{\text{пр}}$ – вероятность прицеливания; $P_{\text{зрп}}$ – вероятность попадания груза в заданную область; $P_{\text{обн}}$ – вероятность обнаружения БЛА средствами ПУ; $P_{\text{бж}}$ – вероятность, определяющая уровень живучести БЛА; $P_{\text{отк}}$, $P_{\text{рм}}$ – показатели уровня надежности и ремонтпригодности системы, а также $P_{\text{рм}}$, $P_{\text{эг}}$ – интегральные показатели технической эксплуатации и эргономики. На множестве этих характеристик с помощью математических моделей и алгоритмов определяется условный уровень КБЛА ДН [1, 2].

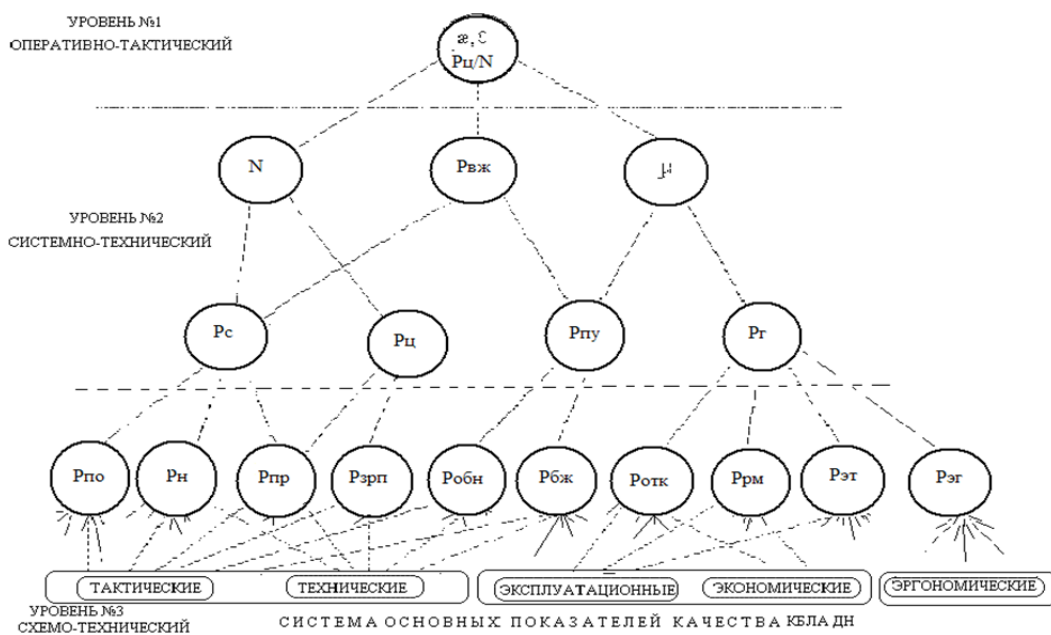


Рис. 1. Схема основного множества показателей функционирования КБЛА ДН

Множество показателей ТТХ (облик КБЛА ДН) в системе аналого-имитационного моделирования функционально связано с выполнением основной задачи $\mathfrak{z} = \mathfrak{z}f(\hat{P}_{вз} = P(\theta)/N)$, т.е. основной и конечной целью в типовой операции – обнаружение, распознавание объекта-цели $P_{по} = F(P_{обн}, P_p)$ и доставка груза к объекту-цели, оцениваемой вероятностью доставки груза $P_{ц}$, которая является *ведущей компонентой* (метод ведущих компонент в теории выбора решений) суждения о качестве новой системы. Развиваемый в работе метод оптимизации сложной ОТС основывается на сравнении реального выходного сигнала $Y(t)$ с выходным сигналом, который может быть задан в виде меры желаемого (или требуемого ЛПП) к процессу сигнала YT , т.е. по существу это означает, что в основу оптимизационных задач положены признаки, связанные с функционированием и задачами динамической системы. Связь характеристик входного $X(t)$ и выходного сигналов $Y(t)$ (как принято в математике) полностью определяется оператором системы $A(Y, X; t)$. Изменяя оператор $A(Y, X; t)$ с помощью некоторых управляющих звеньев (набора структур модельного ряда) в системе САИМ, которые будем характеризовать управляющей матрицей S_c , можно осуществить сближение (управление) векторов $Y(t)$ и Y_T . Отсюда следует, что $Y(t) = A(Y, X, S_c; t)X(t)$. Связав управляющий сигнал (Y и YT) сложным событием θ , получим критерий оптимизации в виде $P(\theta|S_c, A_v) \max_v$, в которой параметры управляющей матрицы будут оптимизированными при равенстве $S_o = S_c$ для модели A_v из модельного ряда базы данных (БД, модельный ряд – это набор однородных типовых структур моделей объектов в КБЛА, характеризующихся именем, признаками, входными, выходными параметрами и средой функционирования).

Таким образом, оптимизированные ТТХ (облик) многофункционального КБЛА ДН находим по условию максимума критерия $P(\theta) = \max P(\theta|S_o)$, изменяющегося под воздействием управляющей матрицы S_c , связанной звеньями модельного ряда $A_1, A_2, \dots, A_v, \dots, A_N$, с учетом основных принимаемых в моделировании ограничений (внутренних и внешних) [1, 3, 4]

$$P(\theta|S_o) = \max_{A_v, S_{C1}} F(S_{C1}, A_v), \quad F(S_{C1}, A_v) = \frac{P(A_v|\theta)f_{\theta}(S_{C1}|\theta, A_v)}{P(A_v)f_v(S_{C1}|A_v)}, \quad (v = \overline{1, N}),$$

где S_{C1} – матрица искомых параметров; A_v – событие, состоящее в появлении v -го сочетания элементов матрицы SC ; $f_{\theta}(\cdot)$ – плотность вероятности события θ и события A_v ; $f_v(\cdot)$ – плотность вероятности события A_v ; $P(A_v)$ – вероятность появления события A_v и $P(A_v|\theta)$ – условная вероятность появления события (модели) A_v .

Достоинством изложенного подхода является получение согласованной системы показателей, характеризующей качество математических моделей новой структуры с точки зрения их функциональной эффективности многоцелевого КБЛА ДН.

С помощью такой системы показателей производится оценка качества новой структуры на протяжении всего жизненного цикла. При различных испытаниях используется та или иная группа показателей качества. При этом в зависимости от решаемой задачи на множестве частных показателей формируется критерий определенного типа. Приведенный выше перечень пересекающихся целей и задач определяет концепцию (рис. 2), основную структуру и направление математического моделирования, составляющих предмет модельного синтеза в системах КБЛА ДН [5].

Общую математическую модель функционирования КБЛА ДН представим как модель динамической стохастической системы переменной структуры [1, 3, 4]:

$$\dot{Y}^{(l)} = E^{(l)}(t)F^{(l)}Y^{(l)} + G^{(l)}(t)X^{(l)}(t), \quad Y^{(l)}(t_o) = Y_o^{(l)}, \quad (l = \overline{1, L}), \quad (1)$$

где E, F, G – известные матрицы коэффициентов размерности $(n \times n)$, $(n \times 1)$, $(m \times n)$; $X(t)$ – входной вектор-сигнал является случайным; $Y(t)$ – выходной вектор-сигнал полагается случайным, т.к. он является реакцией на случайный входной сигнал в рассматриваемой структуре; L – число переключений системы с одной структуры (структурный состав объектов КБЛА может меняться в зависимости от решаемых задач, их масштабов, видов действий и условий применения (УП)) на другую, в каждой структуре система работает в течение времени $T_l = t_k^l - t_o^l$, отрезки времени T_l и моменты переключения структур могут быть случайными и неслучайными. Вектор-

ные сигналы в каждой структуре $X(t)$ и $Y(t)$ связаны с вероятностями $P(X)$, $P(Y)$. Выходной сигнал $Y(t)$ характеризует динамическую систему (1) и ее качество, несет полную информацию о ее функциональном совершенстве, надежности, ремонтпригодности, затратам на разработку и обслуживание. Поэтому к выходному сигналу $Y(t)$ и предъявляются особые требования в виде требуемого (желаемого) сигнала YT . Минимизация разности сигналов Y и YT – это и есть управление качеством на протяжении всего жизненного цикла комплекса. Например, при оптимизации структуры моделей применения КБЛА ДН на основе (1) показатель YT связан с $X(t)$ по условию задающего сигнала S_c . Поиск наилучшей модели применения комплекса с БЛА ДН производится с помощью генерации управляющей матрицы S_c , которая состоит из матриц S_{c1} и S_{c2} (S_{c1} – управление параметрами и S_{c2} – управление решениями). Требуется определить такую матрицу $S_c = S_o$, чтобы вероятность $P(\theta|S_o)$ события θ была бы максимально возможной. Предлагаемая компьютеризированная технология взаимодействия системы «человек-машина» КСППУР реализует *метод структурно-параметрической идентификации* (модельного ряда БД), в основу которого положены алгоритмы функционирования системы аналитико-имитационных моделей объектов КБЛА ДН в контуре управления процедурами случайного поиска метода неградиентного случайного поиска (НСП) и технологической компьютерной среды КСППУР [1].

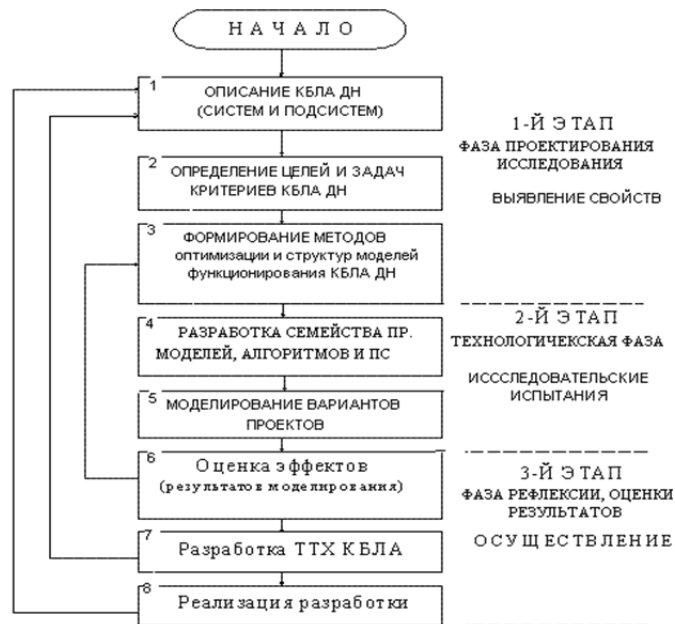


Рис. 2. Алгоритм системной стратегии (организации деятельности) разработки многофункциональных объектов КБЛА ДН на стадии модельного синтеза предпроектных решений

Сущность структурно-параметрической оптимизации объектов КБЛА ДН

Сущность метода структурно-параметрической (совместной) оптимизации в САИМ модельного ряда БД динамических объектов КБЛА ДН заключается в следующем.

Критерием оптимизации широкого класса динамических систем (подсистем) процедурами НСП в имитационном моделировании функционирования объектов ОТС и КБЛА ДН принимается минимальное среднее значение функции потерь [3, 4]

$$\rho(S_o) = \max_{\forall S_c \in \Omega_c} P(\theta | S_c),$$

где S_o – оптимальная управляющая матрица; Ω_c – допустимые границы поиска в области параметров Ω_1 и в области принимаемых решений Ω_2 . Критерий является достаточно универсальным при оптимизации детерминированных и стохастических (линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных) динамических систем и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к системе. В результате решения задачи оптимизации динамической системы

процедурами НСП определяется оптимальное значение вектора S_o , удовлетворяющее критерию максимума вероятности события θ . Запишем два основных условия, обеспечивающих максимальную эффективность поиска процедурами НСП в совместной оптимизации параметров и решений (связанные блоками модельного ряда – звеньев в управляемой компьютеризированной системе САИМ) [10, 11]

$$\forall S_{C1} \in \Omega_1, \forall A_v \in \Omega_2 : f(S_{C1} | A_v) = f_\theta(S_{C1} | \theta, A_v); \forall A_v \in \Omega_2 : P(A_v) = P(A_v | \theta).$$

При этом свидетельством возможности повышения эффективности поиска может быть невыполнение хотя бы одного из равенств. Процесс адаптации ненаправленного случайного поиска в процедурах НСП основан на сближении структур $f(S_{C1} | A_v)$ с $f_\theta(S_{C1} | \theta, A_v; n)$ и вероятностей $P(A_v)$ с вероятностями $P(A_v | \theta)$, ($v = \overline{1, N_p}$); основой для такого сближения будет выражение в виде равенств

$$f(S_{C1} | A_v; n+1) = f_\theta(S_{C1} | \theta, A_v; n); P(A_v; n+1) = P(A_v | \theta; n).$$

Практически в оптимизации динамической модели используются условия

$$m_c = (A_v; n+1) = m_\theta(A_v; n),$$

$$K_c = (A_v; n+1) = K_\theta(A_v; n),$$

в которых $m_c = (A_v; n+1)$ – условное апостериорное математическое ожидание (МО):

$$m_c = (A_v; n+1) = \int_{\Omega_2} S_{C1} f(S_{C1} | A_v; n+1) dS_{C1};$$

$m_\theta = (A_v; n)$ – условное априорное МО:

$$m_\theta = (A_v; n) = \int_{\Omega_1} S_{C1} f_\theta(S_{C1} | \theta, A_v; n) dS_{C1};$$

$K_c = (A_v; n+1)$ – условная апостериорная корреляционная матрица:

$$K_c = (A_v; n+1) = \int_{\Omega_1} [S_{C1} - m_c(A_v; n+1)][S_{C1} - m_c(A_v; n+1)]^T f(S_{C1} | A_v; n+1) dS_{C1};$$

$K_\theta = (A_v; n)$ – условная априорная корреляционная матрица:

$$K_\theta = (A_v; n) = \int_{\Omega_1} [S_{C1} - m_\theta(A_v; n)][S_{C1} - m_\theta(A_v; n)]^T f_\theta(S_{C1} | \theta, A_v; n) dS_{C1};$$

где Ω_1, Ω_2 – области всех возможных значений параметров и решений исследуемой динамической системы.

Матрица апостериорных значений параметров системы формируется как [8, 9]

$$S_{C1}(A_v; n+1) = m_s(A_v; n+1) + \Gamma(A_v; n+1)S_{\Gamma 1}, (v = \overline{1, N_p}),$$

где $S_{\Gamma 1}$ – матрица случайных величин с равными нулю МО и единичными дисперсиями

$$m_c = (A_v; n+1) = m_\theta(A_v; n),$$

$$\Gamma(A_v; n+1)\Gamma^T(A_v; n+1) = K_\theta(A_v; n),$$

где Γ – треугольная матрица коэффициентов, получаемых из решения уравнений

$$\sum_{p=1}^P \gamma_{ip}(A_v; n+1)\gamma_{ip}(A_v; n+1) = K_{ij}(A_v; n);$$

$$\gamma_{ip}(A_v; n+1) = 0 \rightarrow j > i (v = \overline{1, N_p}).$$

Окончанием случайного поиска процедурами НСП в автоматизированной среде КСППУР принято следующее условие, накладываемое на меру приращения матрицы математических ожиданий параметров динамической системы [3]:

$$\frac{1}{n_p} \sum_{i=0}^{n_p} \frac{|H_{n_{y-i}} - H_{n_{y-i-1}}|}{H_{n_{y-i}}} \leq C^*,$$

где $H_{n_{y-i}}$ – норма матрицы МО на n_{y-i} -м сеансе случайного поиска; n_p – интервал усреднения; C^* – заданное число, определяющее допустимую меру приращения норм матрицы МО, характеризующее необходимую степень стационарности случайного процесса поиска процедурами НСП.

Заключение

Методы автоматизированного случайного (направленного и ненаправленного) поиска в задачах идентификации и оптимизации математических моделей новых объектов в современных комплексах с беспилотными летательными аппаратами КБЛА находят широкое применение, особенно на ранней стадии исследований и предварительного проектирования. Исследования данных моделей, как правило, проводятся путем имитационного моделирования и лабораторных испытаний. В практике научных исследований и оптимизации подобных динамических систем часто применяют функцию потерь $\ell(Y, Y_T)$ [1, 3, 4], которая в таких задачах является недифференцируемой, и поэтому в этих случаях находит широкое применение метод неградиентного случайного поиска, разработанный академиком Д. И. Гладковым в ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского. Наряду с развитыми адаптивными методами управления, например, часто используемые в исследованиях динамических систем координатно-параметрической оптимизации (разработан профессором Рутковским В. Ю. в ИПУ им. В. А. Трапезникова РАН) и с распределенными параметрами, автоматизированные процедуры случайного поиска алгоритмами НСП также находят достаточно широкое научно-практическое применение к различным этапам и типам задач в оптимизации широкого спектра динамических систем, которые условно можно разделить на два основных класса. Первый класс оптимизируемых задач – это задачи, связанные с оптимизацией параметров динамической системы, второй – это задачи, связанные с оптимизацией решений (выбором объектов модельных звеньев из баз данных КСППУР) [6–11].

Список литературы

1. Полтавский, А. В. Модель измерительной системы в управлении БЛА / А. В. Полтавский // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2009. – № 10. – С. 73–77.
2. Полтавский, А. В. Комплексная методика оценки эффективности многоцелевых КБЛА / А. В. Полтавский, С. С. Семенов, А. А. Бурба // Боеприпасы. – 2010. – № 2. – С. 34–38.
3. Казаков, И. Е. Методы оптимизации стохастических систем / И. Е. Казаков, Д. И. Гладков. – М. : Наука, 1987. – 134 с.
4. Казаков, И. Е. Анализ стохастических систем в пространстве состояний / И. Е. Казаков, С. В. Мальчиков. – М. : Наука, 1983. – 247 с.
5. Полтавский, А. В. Управление безопасностью движения беспилотного ЛА / А. В. Полтавский // Датчики и системы. – 2008. – № 9. – С. 4–8.
6. Теоретические основы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов / В. В. Кульба, Е. Н. Микрин, Б. В. Павлов, В. Н. Платонов. – М. : Наука, 2006. – 579 с.
7. Мубаракшин, Р. В. Бортовые информационно-управляющие средства оснащения ЛА / Р. В. Мубаракшин, Н. В. Ким, М. Н. Красильщиков. – М. : МАИ, 2003. – 134 с.
8. Когерентный контроль координат основных модулей нежесткой фазированной антенной решетки беспилотного летательного аппарата / А. В. Полтавский, В. М. Бородуля, В. В. Маклаков, Н. К. Юрков // Труды Междунар. симп. Надежность и качество. – 2013. – Т. 2. – С. 100–103.
9. Полтавский, А. В. Модификация модели системы управления подвижным объектом / А. В. Полтавский, Н. К. Юрков // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 1 (5). – С. 65–70.
10. Полтавский, А. В. Интеграции сигналов когерентной системы ГЛОНАСС/GPS / А. В. Полтавский // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 2 (6). – С. 46–50.
11. Полтавский, А. В. Методы когерентного контроля подвижных объектов / А. В. Полтавский // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 3 (7). – С. 22–31.

Полтавский Александр Васильевич

доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник,
Институт проблем управления
Российской академии наук им. В. А. Трапезникова
(117997, Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная, 65)
E-mail: avp57avp@yandex.ru

Жумабаева Асель Сагнаевна

старший преподаватель,
кафедра космической техники и технологий,
Евразийский национальный университет
им. Л. Н. Гумилева
(010000, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2)
E-mail: almatyaseri@mail.ru

Айжариков Куат Айдангалиевич

преподаватель,
кафедра радиоэлектронного оборудования
летательных аппаратов,
Военный институт Сил воздушной обороны
Республики Казахстан им. Т. Я. Бегельдинова
(463024, Казахстан, г. Актобе, пр. А. Молдагуловой, 16)
E-mail: aizharikov@mail.ru

Аннотация. Рассматривается один из подходов в задачах формирования обликковых характеристик сложных организационно-технических систем (ОТС) на ранней стадии их разработки. В качестве ОТС рассматривается математическая модель комплекса с беспилотными летательными аппаратами (КБЛА) двойного назначения (ДН), необходимая для проведения структурно-параметрической оптимизации и оценки характеристик объектов КБЛА ДН алгоритмическими процедурами неградиентного случайного поиска (НСП).

Ключевые слова: комплекс с БЛА, состав, вооружение, структура, система.

УДК 681.036

Полтавский, А. В.

Формирование обликковых характеристик беспилотных систем и комплексов / А. В. Полтавский, А. С. Жумабаева, К. А. Айжариков // Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 4 (12). – С. 24–30.

Poltavskiy Aleksandr Vasil'evich

doctor of technical sciences, leading researcher,
Institute of management problems
of Russian academy of sciences
named after V. A. Trapeznikov
(117997, 65 Profsoyuznaya street, Moscow, Russia)

Zhumabaeva Asel' Sagnaevna

senior lecturer,
sub-department of space engineering and technology,
Eurasian National University named after L. N. Gumilyov
(010000, 2 Satpaeva street, Astana, Kazakhstan)

Ayzharikov Kuat Aydangalievich

lecturer,
sub-department of radio-electronic equipment
of the flight vehicles,
Military Institute of the Air Defense Forces
of the Republic of Kazakhstan
named after T. Ya. Begel'dinov
(463024, 16 A. Moldagulovoy avenue, Aktobe,
Kazakhstan)

Abstract. Presented is one of the approaches in problems of shaping of describing characteristics for complex organizational and technical systems at an earlier stage of development. As one of these systems is considered the mathematical model of a complex with an unmanned air vehicle with twofold purpose, necessary for executing a structural and parametrical optimization of organizational and technical systems objects with algorithmic procedures on the basis of the method of non-gradient.

Key words: UAV complex, composition, weaponry, structure, system.