

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

УДК 62.5

DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-5-98-108

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ОБЛИКА
БОРТОВОГО КОМПЛЕКСА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

А.Б. ГУСЕЙНОВ¹, А.В. МАХОВЫХ²

*^{1,2}Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
г. Москва, Россия*

В статье обоснована актуальность задачи повышения эффективности путем снижения заметности летательного аппарата (ЛА) и установки радиопомех по радиоэлектронным системам комплекса противовоздушной обороны, определены основные характеристики бортового комплекса радиоэлектронной защиты беспилотного летательного аппарата (БК РЭЗ БЛА (ср. РЭП)). При проектировании малозаметных летательных аппаратов (МЗЛА) обоснована целесообразность одновременного решения задач трех уровней – формирования ТЗ на проектирование ЛА, технических предложений и эскизного проектирования. При решении задач первого уровня анализируются оперативно-тактические, летно-технические характеристики ЛА и обосновываются требования к показателям заметности, второго – формируется матрица альтернативных проектных решений и определяются рациональные структурные решения по бортовому комплексу ср. РЛЗ и облику МЗЛА в целом, третьего – определяются оптимальные конструктивно-баллистические, геометрические проектные параметры технических решений и ЛА в целом. Сформулирована постановка задачи и дана блок-схема анализа проектных решений по размещению на борту беспилотного летательного аппарата (БЛА) станции активных помех и оптимизации их параметров на базе комплексного критерия «стоимость-эффективность». При этом необходимо учитывать влияние альтернативных технических решений по малозаметности и их проектных параметров на геометрические, аэродинамические, энергетические, баллистические, тепловые характеристики, массу, стоимость, показатели заметности и боевой эффективности. Структурно-логическая схема решения задачи при заданном ТЗ на проектирование БЛА включает в себя следующие этапы: формирование исходной информации и разработку «опорного» варианта структуры БЛА; формирование морфологической матрицы проектных решений по облику ЛА; оценку совместимости, системы ограничений и выявление допустимых решений; генерацию допустимых вариантов облика; предварительный анализ допустимых вариантов облика и выбор предпочтительных; количественный структурно-параметрический синтез облика малозаметного БЛА.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, радиозаметность, станция активных помех.

ВВЕДЕНИЕ

Основу современных систем и комплексов оружия составляют радиоэлектронные средства (РЭС). Их роль во всех системах оружия постоянно возрастает. Снижению эффективности РЭС как самой чувствительной и уязвимой компоненты систем и комплексов оружия уделяется первостепенное значение. В наиболее характерной форме это проявляется при преодолении средствами воздушного нападения (СВН) системы противовоздушной обороны (ПВО) путем оказания им радиоэлектронного противодействия (РЭПД). Радиопротиводействие осуществляется путем постановки помех бортовыми средствами радиоэлектронного подавления (ср. РЭП) в радиолокационном (РЛ), инфракрасном (ИК), видимом и других рабочих диапазонах волн РЭС ПВО и снижением отражающих, излучающих свойств СВН, т. е. снижением заметности. Снижение заметности на порядок, по оценкам ведущих отечественных и зарубежных специалистов, позволяет уменьшить их потери более чем на 30...50 %, а применение ср. РЭП увеличивает живучесть летательных аппаратов (ЛА) в несколько раз [3, 6, 13].

Программам создания научно-технического, технологического и методического задела и разработки высокоскоростных, высокоточных малозаметных летательных аппаратов (МЗЛА) различных классов, в том числе и крылатых ракет (КР), в развитых странах мира отводится самый высокий приоритет. Примером может служить реализуемая в США комплексная програм-

ма «Стелс», которая включает в себя создание МЗЛА различных классов: стратегического бомбардировщика В-2, разведывательно-ударного самолета F-117A, истребителей F-22 и F-35, вертолетов, дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов (ДПЛА) и КР (АСМ, JASSM, JASSM-ER).

Концепция создания высокоточного, малозаметного ракетного оружия представляет собой синтез новейших научных и технических достижений в области аэроэлектродинамики и динамики полета, материаловедения и конструктивно-технологических решений, создания двигательных установок и топлив, разработки бортовой аппаратуры системы управления и высокоэффективного боевого снаряжения, бортовых средств радиоэлектронной защиты, формирования рационального облика бортовых систем и ЛА в целом и т. п.

Малозаметное высокоточное оружие из-за своей высокой наукоемкости на порядок дороже предыдущего поколения. Сокращение затрат без снижения боевой эффективности малозаметного оружия – это важная задача, имеющая оборонное и народнохозяйственное значение. Одним из направлений ее решения является проведение еще на предварительных этапах проектирования широких военно-экономических и научно-технических исследований по формированию рационального состава, структуры и определению оптимальных проектных параметров бортового комплекса средств радиоэлектронной защиты (ср. РЭЗ) и МЗЛА в целом. Возможные ошибки в выборе рациональных проектных решений по облику МЗЛА могут привести к масштабным боевым потерям и безвозвратным материальным затратам, т. е. обойтись народному хозяйству слишком дорого.

Наиболее широко в комплексах ПВО для получения информации о ЛА применяются радиолокационные средства. Поэтому в данной работе основное внимание уделяется радиолокационной защите ЛА.

МЕТОДЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Бортовой комплекс РЭЗ ЛА включает в себя как средства снижения заметности (ССЗ), так и средства радиоэлектронного подавления, перенацеливания и увода (ср. РЭП) [1, 2, 9, 15].

К базовым средствам снижения заметности ЛА в радиолокационном диапазоне волн можно отнести: выбор малоотражающих форм (МОФ), применение в конструкции радиопоглощающих покрытий и материалов (РПП, РПМ), использование устройств маскировки антенн (УМА) и воздухозаборников (УМВЗ), создание вокруг ЛА искусственного плазменного образования (ИПО). Бортовыми средствами радиолокационного подавления ЛА являются: станции активных помех (САП), ложные цели (ЛЦ), дипольные отражатели (ДО) и другие рис. 1.

Эффективность действия ССЗ и ср. РЭП может быть оценена через коэффициенты снижения вероятности перехвата ЛА комплексами ПВО $k_{ССЗ}$ и $k_{РЭП}$. При их совместном действии эффект маскировки ЛА усиливается, т. е. $k_{РЛЗ} = k_{ССЗ}k_{РЭП}$ и его эффективность увеличивается. Типовая взаимосвязь между показателем заметности ЛА и энергопотенциалом помех показывает, что чем меньше ЭПР ($\sigma_{ЛА}$), тем ниже требуемая мощность помехи (P_n) [10, 12]. В статье исследуется целесообразность применения и основные характеристики САП в составе БК РЭЗ БЛА дальнего действия.

Эффективность функционирования беспилотного ЛА с БК РЛЗ можно представить в виде [4]

$$W_1 = (1 - k_{РЛЗ} \cdot P_{ПВО})W_{нав} \cdot W_{БЧ} \cdot W_n,$$

где $P_{ПВО}$ – эффективность системы ПВО цели; $k_{РЛЗ}$ – коэффициент снижения эффективности радиолокационных средств системы ПВО; $W_{нав}$ – вероятность наведения ЛА на цель; $W_{БЧ}$ – вероятность поражения цели боевой частью; W_n – вероятность безотказной работы ЛА.

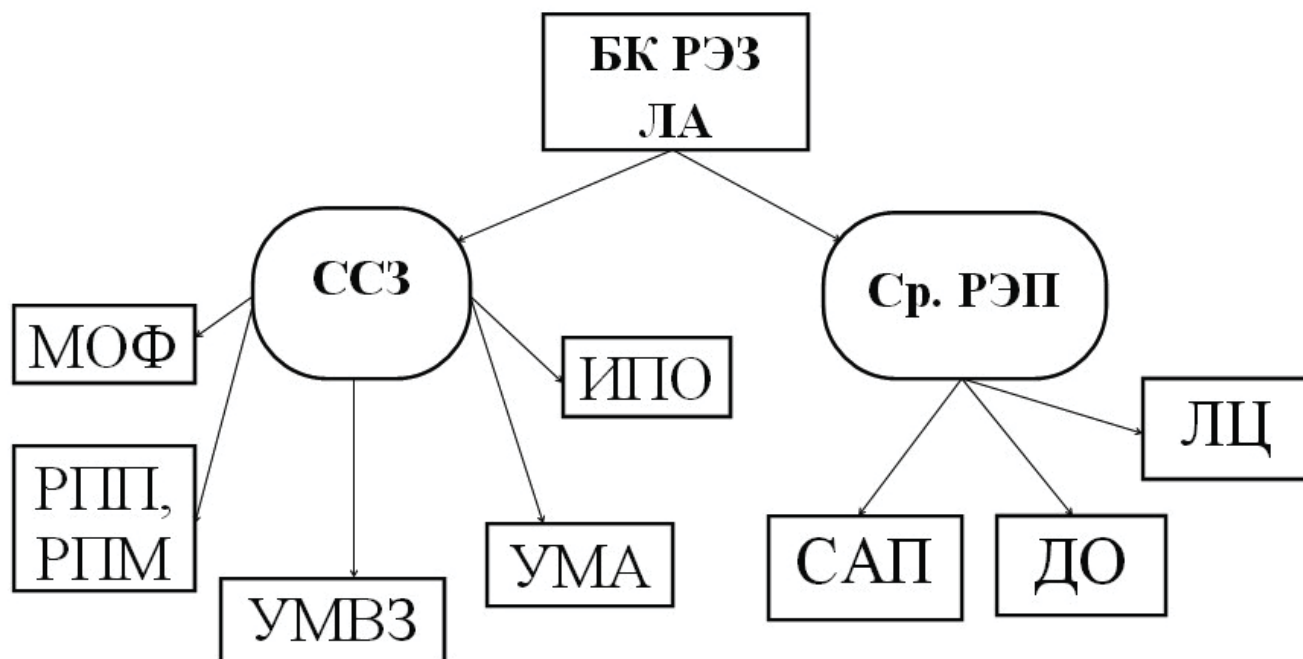


Рис. 1. Схема бортового комплекса радиоэлектронной защиты ЛА:

ССЗ – средства снижения заметности; ср. РЭП – средства радиоэлектронного подавления;
МОФ – малоотражающие формы; РПП, РПМ – радиопоглощающие покрытия и материалы;
УМВЗ – устройства маскировки воздухозаборников; УМА – устройства маскировки антенн;
ИПО – искусственное плазменное образование; САП – станция активных помех; ДО – дипольные отражатели;
ЛЦ – ложные цели

Fig. 1. Scheme of the onboard radio-electronic protection system of the aircraft:

RRV – resources of reducing visibility; RRES – resources of radio electronic suppression; LRF – low-reflection forms;
RAC, RAM – radio absorbing coatings and materials; DMAI – devices for masking air intakes;
DMA – devices for masking antennas; APF – artificial plasma formation; SAI – station of active interference;
DR – dipole reflectors; FG – false goals

Задачи целесообразности размещения на борту ЛА средств радиолокационной защиты, оценка их рационального состава и бортового ресурса, определение их оптимальных характеристик и параметров могут быть решены на базе комплексного критерия – минимальные затраты на выполнение ЛА поставленной задачи (операции) с заданной эффективностью, т.е. $K = \min C_{\text{эз}}$ при $W_{\Sigma} = \text{const}$.

При допущении, что эффективность функционирования всех ЛА, участвующих в операции одинакова и они действуют независимо друг от друга, потребное количество (наряд) ракет на поражение цели с заданной эффективностью W_{Σ} (обычно $W_{\Sigma} \approx 0,8 \div 0,9$) можно оценить по соотношению [4, 11]

$$n_{\text{ЛА}} = \frac{\lg(1 - W_{\Sigma})}{\lg(1 - W_1)}$$

Тогда стоимость выполнения поставленной задачи (критерий) можно представить в виде

$$K = \min(C_{1n} \cdot n_{\text{ЛА}}),$$

где C_{1n} – стоимость пуска одного ЛА, $C_{1n} = C_{\text{ЛА}} + \frac{C_{\text{экз}}}{C_{\text{бк}}}$. Здесь $C_{\text{ЛА}}$ – стоимость ЛА; $C_{\text{экз}}$ – годовые эксплуатационные расходы; $n_{\text{ЛА}}$ – боекомплект ЛА, необходимых в эксплуатации.

При проектировании МЗЛА целесообразно одновременное решение задач трех уровней – формирования ТЗ на проектирование ЛА, технических предложений (ТП) и эскизного проектирования (ЭП).

При решении задач первого уровня анализируются оперативно-тактические, летно-технические характеристики (ЛТХ) ЛА и обосновываются требования к показателям заметности, второго – формируется матрица альтернативных проектных решений и определяются рациональные структурные решения по бортовому комплексу ср. РЛЗ и облику МЗЛА в целом, третьего – определяются оптимальные конструктивно-баллистические, геометрические проектные параметры технических решений и ЛА в целом. Решение задач разных уровней проектирования МЗЛА показано на рис. 2.

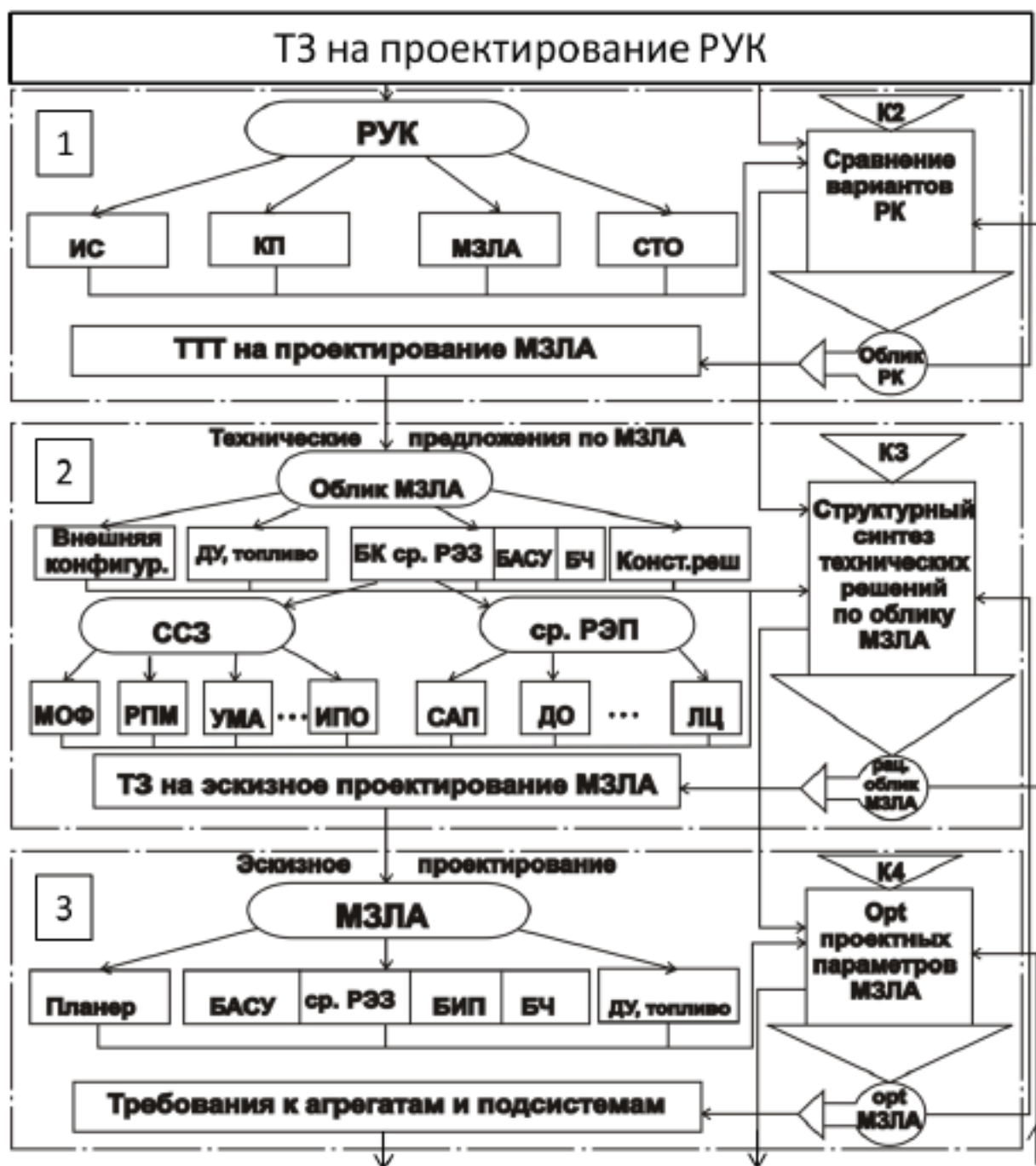


Рис. 2. Решение задач разных уровней проектирования МЗЛА
 Fig. 2. Solving the problems of different levels of design low-visibility aircraft

При этом необходимо учитывать влияние альтернативных технических решений по малозаметности и их проектных параметров на геометрические, аэродинамические, энергетические, баллистические, тепловые характеристики, массу, стоимость, показатели заметности и боевой эффективности.

Под обликом малозаметного ЛА понимается совокупность признаков $\{P_i\}$, технических решений по ним $\{P_{ij}\}$ и их проектных параметров $\{\pi_s\}$, характеризующих ЛА с точки зрения функциональных характеристик, а также точности, заметности и показателей боевой эффективности. В качестве показателя заметности ЛА рассматривается: в РЛ диапазоне – эффективная поверхность рассеивания (ЭПР), а показателем маскировки ракеты средствами радиолокационного подавления – энергопотенциал помех ($G_n \cdot P_n$), где P_n – мощность помехи, Вт; G_n – коэффициент направленного действия (КНД) антенного устройства.

Каждый признак облика ЛА определяется множеством конструктивно-компоновочных решений $\{P_{ij}\}$, а техническое решение определяется вектором геометрических, конструктивных и баллистических параметров $\{\pi_s\}$. Следовательно, облик ЛА характеризуется совокупностями признаков $\{P\} = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_i\}$, технических решений по ним $\{P_{ij}\} = \{P_{11}, P_{12}, \dots, P_{1j}; P_{21}, P_{22}, \dots, P_{2j}; P_{ij}\}$ и их проектных параметров $\{\pi_s\} = \{\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_s\}$.

При формировании облика МЗЛА могут быть решены следующие задачи, связанные с БК ср. РЛЗ: определение рационального типа, массы, схемы размещения устройств маскировки и их проектных параметров. В работах [3, 5, 6, 7, 15] представлена матрица возможных вариантов размещения ср. РЭЗ на борту ЛА.

Структурно-логическая схема решения задачи представлена на рис. 3. Она включает в себя шесть основных этапов, исходным является ТЗ на разработку ЛА, которое формируется на уровне внешнего проектирования. Оно включает в себя ЛТХ (дальность, форма траектории, профиль скоростей, эффективность одного аппарата, надежность и др.), требуемые значения показателей РЭЗ, массогабаритные и эксплуатационные ограничения, связанные с размещением аппарата на пусковой установке, условие пуска и т. п. К основным этапам структурно-логической схемы можно отнести:

- 1) формирование исходной информации и разработку «опорного» варианта структуры БЛА;
- 2) формирование морфологической матрицы проектных решений по облику ЛА;
- 3) оценку совместимости, системы ограничений и выявление допустимых решений;
- 4) генерацию допустимых вариантов облика;
- 5) предварительный анализ допустимых вариантов облика и выбор предпочтительных;
- 6) количественный структурно-параметрический синтез облика малозаметного БЛА.

Решение всех задач структурно-параметрического синтеза представляет собой итерационный процесс последовательных приближений. Проектировщик в процессе решения уточняет, накапливает и обрабатывает информацию.

При этом широко использует взаимодополняющие методы анализа и синтеза, индукции (от общего к частному) и дедукции (от частного к общему), а также формализованные процедуры принятия решений.

Задачи формирования технического облика ЛА состоят в нахождении в окрестностях опорного варианта тактического облика такого сочетания совместимых признаков, технических решений и их проектных параметров из диапазона их возможного изменения, которое удовлетворяло бы выданному на проектирование ТЗ, ряду принятых ограничений, и при этом выбранный критерий принял бы минимальное или максимальное значение. Для решения этих задач необходим структурно-параметрический синтез матрицы совместимых признаков, допустимых альтернативных технических решений и их проектных параметров. Исходным для решения этих задач является ТЗ на проектирование ЛА, которое формируется на уровне внешнего проектирования.

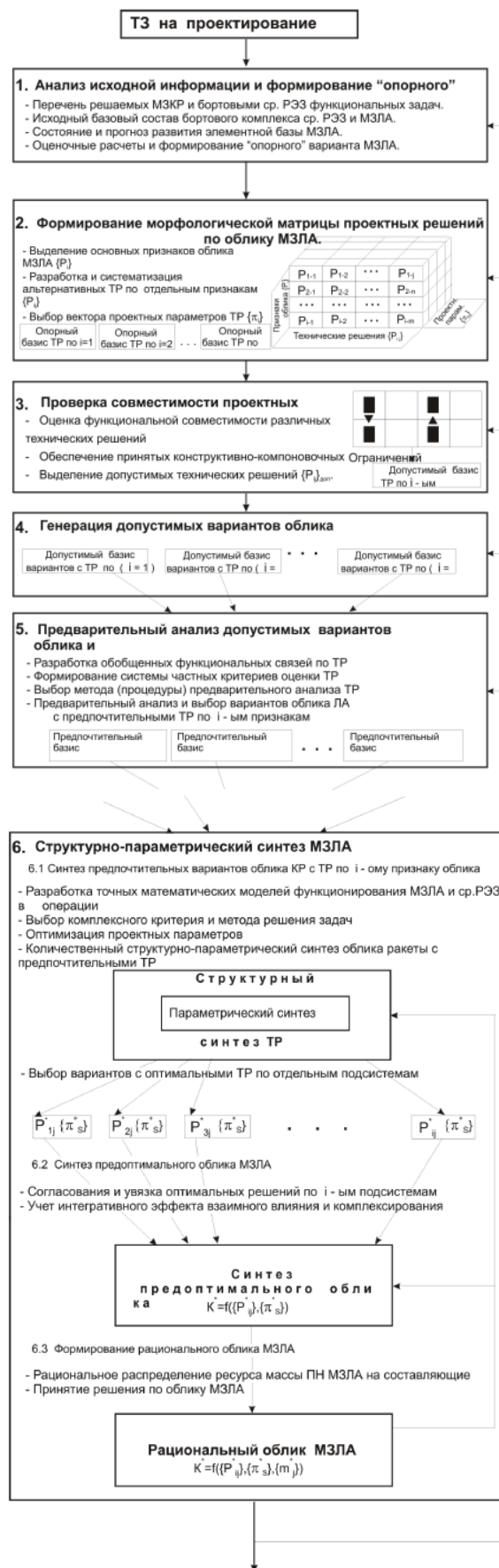


Рис. 3. Структурно-логическая схема решения задачи формирования облика малозаметного летательного аппарата
Fig. 3. Structural-logical scheme for solving the problem of forming the appearance of a low-visibility aircraft

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Количественный структурно-параметрический синтез вариантов облика ЛА с выявленными на предыдущих этапах допустимыми и предпочтительными техническими решениями включает в себя одновременное решение двух взаимосвязанных задач:

- структурного синтеза альтернативных вариантов технического облика с оптимальными проектными параметрами и определения рациональных технических решений $\{P_{ij}^*(\pi_S^*)\}$;
- определения оптимальных проектных параметров технических решений и ЛА в целом $\{\pi_S\}$ для рассматриваемой альтернативной структуры.

Первая из них является задачей дискретной (структурной) оптимизации, которая решается на уровне обоснования техпредложений по техническому облику ЛА по заданному ТЗ на проектирование.

Математическая формулировка данной задачи структурно-параметрического синтеза технического облика ЛА имеет следующий вид.

Пусть на этапе количественного синтеза структуры ЛА рассматривается L -е число предпочтительных вариантов технических решений по системам и ЛА в целом. Каждый l -й вариант структуры характеризуется вектором проектных параметров, для которых известны допустимые интервалы изменений $\{\pi\}_{don l}$. Предположим, что выбрана некоторая целевая функция K , минимизация (или максимизация) которой при соблюдении заданных ограничений на другие показатели в рассматриваемой боевой операции определяет рациональные технические решения по структуре ЛА, т. е.

$$\{P_{ij}^*\} \in arg[\min\{K_l^*(\{\pi_S^*\}, \{U\})\}]; l = 1, 2, \dots, L,$$

где $\{K_l^*(\{\pi_S^*\}, \{U\})\}$ – совокупность дискретных значений комплексной целевой функции (критерия), определяемых как

$$K_l^*(\{\pi_S^*\}, \{U\}) = \min K_l^*(\{\pi_S^*\}, \{U\})$$

при принятых ограничениях

$$q_{\lambda 1}(\pi_{1l}, \pi_l, \dots, \pi_{sl}, U_1, U_2, \dots, U_m) \leq b_{\lambda}; \\ \lambda_{(l)} = 1, 2, \dots, \lambda_{sl}; (\lambda_{sl} < S_l),$$

где $\{\pi_S^*\}_l \in \{\pi\}_{don l}$; $\{\pi_S^*\}_l = \{\pi_1^*, \pi_2^*, \dots, \pi_S^*\}_l$ – вектор оптимальных проектных параметров для $l = 1, \dots, L$ -го варианта структуры; $K_l^*(\{\pi_S^*\}, \{U\})$ – целевая функция на области вектора оптимальных проектных параметров $\{\pi_S^*\}_l$ для l -го альтернативного варианта технического решения и облика ЛА; $\{U\} = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ – вектор характеристик, параметров среды, внешний по отношению к техническим решениям и ЛА.

При решении второй задачи оптимизируются проектные параметры для каждого рассматриваемого l -го варианта проектного решения и структуры технического облика ракеты, т. е. она является составной частью структурного синтеза.

Задачи параметрической оптимизации для заданной структуры ЛА в значительной степени разработаны и освоены на практике и решаются на уровне эскизного проектирования.

Математическая формулировка этих задач может быть представлена в виде

$$\{\pi_S^*\} \in arg[\min K(\{\pi_S^*\}_l, \{U\}) < C_{ny}^0]$$

при заданных ограничениях

$$q_\lambda(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_S, U_1, U_2, \dots, U_m) \leq b_\lambda; \\ \lambda = 1, 2, \dots, \lambda_S; (\lambda_S < S),$$

где $\{\pi\}_l = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_S\} \in \{\pi_{дон}\}$ – вектор проектных параметров; $K(\{\pi_S\}_l, \{U\})$ – целевая функция (критерий), в качестве которой приняты затраты на поражение цели с заданной эффективностью $W_\Sigma = const$; $C_{ми}^0$ – затраты на поражение цели с заданной эффективностью залпом из опорных вариантов ЛА.

При этом в качестве целевой функции $minK(\{\pi_S\}_l, \{U\})$ могут быть приняты и частные составляющие комплексного критерия. Например, минимальная стартовая масса ракеты при заданной ее эффективности, т. е. $K = \min m_0$ при $W_1 = const$. Для практической реализации количественного структурно-параметрического синтеза технического облика ЛА, который представляет собой совместное решение задач дискретного структурного синтеза (комбинаторной оптимизации) и параметрической оптимизации, необходимо выбрать математические методы решения. Например, метод перебора предпочтительных решений и случайного поиска оптимальных параметров.

Блок-схема решения задач количественного синтеза структурных решений и оптимизации проектных параметров ракет представлена на рис. 4.

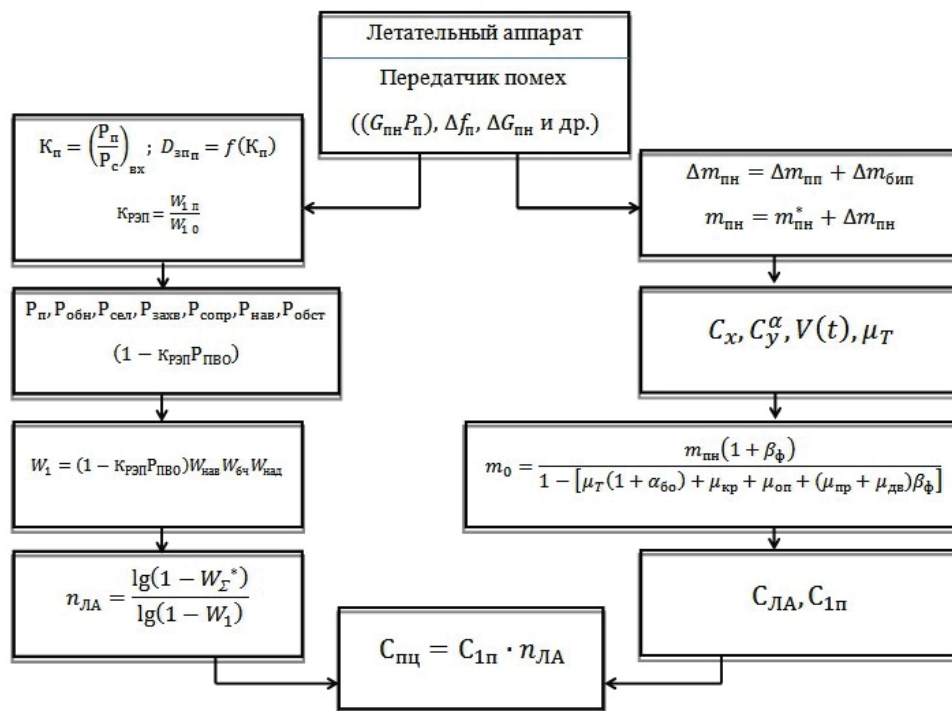


Рис. 4. Блок-схема решения задач количественного синтеза структурных решений и оптимизации проектных параметров ракет
Fig. 4. Block diagram of solving problems of quantitative synthesis of structural solutions and optimization of missile design parameters

С одной стороны, технические решения по облику ракеты $\{P_{ij}\}$ могут привести к увеличению массогабаритных характеристик ЛА, изменению геометрических размеров, аэродинамических характеристик (C_x, C_y^α), рабочих характеристик ДУ ($P_{y0}, \mu_{сек}$), баллистических характеристик ($H(x), V(t), \alpha(t), n_y(t)$ и т. д.), тепловых характеристик, потребного относительного запаса топлива (μ_m), относительных масс отдельных агрегатов (крыла $\mu_{кр}$, оперения $\mu_{оп}$, привода управления $\mu_{уп}$, двигательной установки $\mu_{дв}$, фюзеляжа β_ϕ и т. п.) и увеличению стартовой массы m_0 , стоимости ЛА (C_Σ) и стоимости одного пуска ($C_{1п}$), т. е. одной из составляющих приня-

того комплексного критерия качества K [14]. С другой стороны, применение перспективных ТР позволяет снизить показатели заметности (промах) $\sigma_p, (C_n P_n)_p$ [5, 7]. Это приводит к увеличению вероятности преодоления ракетами системы ПВО $(1 - k_{РЛЗ} P_{ПВО})$, наведения на цель и эффективности ЛА в целом W_1 , к снижению потребного наряда n_p на выполнение задачи с заданной вероятностью $W = const$, уменьшается вторая составляющая принятого критерия. Такое разнородное влияние альтернативных ТР на составляющие критерия обуславливает наличие рациональных структурных решений, оптимума по проектным параметрам. Они и определяют технический облик ЛА.

Для практической реализации сформулированных задач необходимо разработать математические модели, алгоритмы и программы расчетов аэродинамических, энергетических, баллистических, температурных, массовых, объемных, экономических характеристик и показателей заметности и эффективности функционирования ЛА в боевой операции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение статьи можно сделать следующие выводы:

- обоснована актуальность задачи радиоэлектронной защиты БЛА;
- определены основные характеристики БК РЭЗ ЛА (ср. РЭП);
- предложены структурно-логические схемы формирования рациональных проектных решений по облику МЗЛА;
- сформулирована постановка задачи и дана блок-схема анализа проектных решений и оптимизации их параметров на базе комплексного критерия «стоимость-эффективность».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочкарев А.М., Долгов М.Н. Радиолокационная заметность ЛА // Зарубежная радиоэлектроника. 1989. № 2. С. 3–17.
2. Вакин С.А., Шустов Л.Н. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. М.: Советское радио, 1968.
3. Гусейнов А.Б., Низов Д.Е. Анализ способов снижения заметности летательных аппаратов в радиолокационном диапазоне длин волн // Электронный журнал «Труды МАИ». Серия Радиотехника. Электроника. Телекоммуникационные системы. 2014. Вып. 78.
4. Гусейнов А.Б. Эффективность крылатых ракет. М.: МАИ, 2003. 96 с.
5. Гусейнов А.Б., Перков И.Е. Показатели заметности ЛА и способы их снижения. М.: Изд-во МАИ, 2005. 96 с.
6. Калугин В.Г. Основы внешнего проектирования авиационных комплексов М.: Тра-виант, 2011. 264 с.
7. Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба. М.: Вузовская книга, 2014. 360 с.
8. Лагарьков А.Н., Погосян М.А. Фундаментальные и прикладные проблемы Стелс-технологий // Вестник РАН. 2003. Т. 73, № 9. С. 779–787.
9. Палий А.И. Радиоэлектронная борьба. Средства и способы подавления и защиты радиоэлектронных систем. М.: Воениздат, 1989. 350 с.
10. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление каналов системы управления оружием / под ред. Ю.М. Перунова. М.: Радиотехника, 2003.
11. Справочник офицера ПВО / под ред. Г.В. Зимины и С.К. Бурмистрова. М.: Воениздат, 1987. 432 с.
12. Справочник по радиолокационным системам / под ред. Б.Х. Кривицкого Т. 2. М.: Энергия, 1979.
13. Хельберт К.У. Тенденции развития средств радиоэлектронной борьбы // The journal of electronic defense.

14. **Чернобровкин Л.С.** Общее проектирование УРС. М.: МАИ, 1978. 513 с.

15. **Ярлыков М.С.** Очередной этап в развитии бортовых радиоэлектронных комплексов интегрального типа для военных самолетов: научный методический материал. Выпуск 6. М.: ВВИА им. Жуковского, 1994.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гусейнов Арсен Буйдалаевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры 602 «авиационно-ракетные системы» МАИ, a.b.guseynov@mail.ru.

Маховых Анна Владимировна, аспирант кафедры 602 «авиационно-ракетные системы» МАИ, anyuta_mahovyh@mail.ru.

THE METHOD OF FORMING A RATIONAL ASPECT OF THE ONBOARD COMPLEX OF RADAR DEFENSE UNMANNED AERIAL VEHICLE

Arsen B. Guseynov¹, Anna V. Makhovykh¹

¹ *Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia*

ABSTRACT

The urgency of the problem of increasing the efficiency by reducing the visibility of aircraft and installing radio interference on the radio-electronic systems of the air defense complex is substantiated. The main characteristics of the on-board electronic radio protection system of an unmanned aerial vehicle are determined. When designing a low-visibility aircraft, it is advisable to simultaneously solve three-level tasks – the formation of a technical task for the design of aircraft, technical proposals and design sketches. In solving the problems of the first level, operational-tactical, flight-technical characteristics of the aircraft are analyzed and requirements for indicators of visibility are justified, the second one – a matrix of alternative design solutions is formed and rational structural solutions for the airborne complex and aircraft appearance as a whole are determined, the third one determines optimal design -Ballistic, geometric design parameters of technical solutions and aircraft in general. The statement of the problem is formulated in the article. A block diagram of the analysis of design solutions for the placement of an active noise station on board an unmanned aerial vehicle and optimization of their parameters based on a complex "cost-effectiveness" criterion is given. At the same time, it is necessary to take into account the influence of alternative technical solutions on low visibility and their design parameters on geometric, aerodynamic, energy, ballistic, thermal characteristics, mass, cost, indicators of visibility and combat effectiveness. The structural and logical scheme for solving the problem for a given technical assignment for the design of an unmanned aerial vehicle includes the following steps: the formation of the initial information and the development of a "support" version of the aircraft structure; formation of a morphological matrix of design decisions on aircraft; compatibility assessment, constraint systems and identification of feasible solutions; generation of permissible variants of appearance; preliminary analysis of the permissible variants of the appearance and selection of the preferred ones; quantitative structural-parametric synthesis of the visually perceptible unmanned aircraft.

Key words: unmanned aerial vehicle, radio visibility, station of active interference.

REFERENCES

1. **Bochkarev A.M., Dolgov M.N.** *Radiolokatsionnaya zametnost' LA* [The radar visibility of the aircraft]. *Zarubezhnaya radioelektronika*, 1989, № 2, pp. 3–17. (in Russian)
2. **Vakin S.A., Shustov L.N.** *Osnovy radioprotivodeistviya i radiotekhnicheskoi razvedki* [Fundamentals of radio interference and radio technical intelligence]. М., Sovetskoe radio, 1968.
3. **Guseinov A.B., Nizov D.E.** *Analiz sposobov snizheniya zametnosti letatel'nykh apparatov v radiolokatsionnom diapazone dlin voln* [Analysis of methods for reducing the visibility of aircraft in the radar range of wavelengths]. *Elektronnyi zhurnal «Trudy MAI», seriya radioelekhtekhnika. Elektronika. Telekomunikatsionnye sistemy*, 2014, Issue 78. (in Russian)
4. **Guseinov A.B.** *Effektivnost' krylatykh raket* [The effective of cruise missiles]. М., MAI, 2003, 96 p. (in Russian)

5. **Guseinov A.B., Perkov I.E.** *Pokazateli zametnosti LA i sposoby ikh snizheniya* [Indicators of the visibility of aircraft and ways to reduce them]. M., Izd-vo MAI, 2005, 96 p. (in Russian)
6. **Kalugin V.G.** *Osnovy vneshnego proektirovaniya aviatsionnykh kompleksov* [Fundamentals of external design of aviation complexes]. M., Traviant, 2011, 264 p. (in Russian)
7. **Kupriyanov A.I.** *Radioelektronnaya bor'ba* [Electronic warfare]. M., Vuzovskaya kniga, 2014, 360 p. (in Russian)
8. **Lagar'kov A.N., Pogosyan M.A.** *Fundamental'nye i prikladnye problemy Stels-tekhologii* [Fundamental and Applied Problems of Stealth Technologies] // Vestnik RAN, № 9, 2003, Vol.73, pp. 779–787. (in Russian)
9. **Palii A.I.** *Radioelektronnaya bor'ba: (Sredstva i sposoby podavleniya i zashchity radioelektronnykh sistem)* [Electronic warfare: (Means and methods of suppression and protection of radio electronic systems)]. M.: Voenizdat, 1989, 350 p. (in Russian)
10. **Perunov Yu.M., Fomichev K.I., Yudin L.M.** *Radioelektronnnoe podavlenie kanalov sistemy upravleniya oruzhiem* [Radio-electronic suppression of the channels of the weapons control system]. M., 2003. (in Russian)
11. *Spravochnik ofitsera PVO* [Manual of the officer of antiaircraft defense]. M., Voenizdat, 1987, 432 p. (in Russian)
12. *Spravochnik po radiolokatsionnym sistemam* [Manual on radar systems]. Vol. 2. M., Energiya, 1979. (in Russian)
13. **Khel'bert K.U.** Trends in the development of electronic warfare means. The journal of electronic defense.
14. **Chernobrovkin L.S.** *Obshchee proektirovanie URS* [General design of guided missiles]. M., MAI, 1978, 513 p. (in Russian)
15. **Yarlykov M.S.** *Ocherednoi etap v razvitii bortovykh radioelektronnykh kompleksov integral'nogo tipa dlya voennykh samoletov* [The next stage in the development of integrated radio-electronic complexes for military aircraft]. Nauchnyi metodicheskii material. Issue 6. M., VVIA im. Zhukovskogo, 1994. (in Russian)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Guseynov Arsen Buidalaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department 602 "Aviation-Missile Systems" MAI, a.b.guseynov@mail.ru.

Makhovykh Anna Vladimirovna, post-graduate student of the Department 602 "Aviation-Missile Systems" MAI, anyuta_mahovykh@mail.ru.

Поступила в редакцию 10.09.2017
Принята в печать 20.09.2017

Received 10.09.2017
Accepted for publication 20.09.2017