

# О ПУТЯХ ПОВЫШЕНИЯ БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ БОЛЬШОЙ ДАЛЬНОСТИ

**Дмитрий Владимирович Сухомлинов,**  
генеральный директор - главный конструктор  
ЗАО НПО "Мобильные Информационные Системы", к.воен.н.

*Проводится анализ проблем совершенствования информационных комплексов крылатых ракет большой дальности и беспилотных летательных аппаратов, действующих в составе группы при нанесении ударов по нескольким целям.*

*Analysis is conducted of the problems of the information complex improvement of cruise missiles and unmanned aerial vehicle, acting in composition of the group at fixing blow on several targets.*

**Ключевые слова:** крылатая ракета, беспилотный летательный аппарат (БЛА), информационный комплекс, многокритериальная оптимизация.

**Keywords:** cruise missile, the unmanned aerial vehicle (UAV), information complex, optimization on many criterions.

## Современное состояние

По мнению американских специалистов, в настоящее время наращивание боевых возможностей крылатых ракет (КР) авиационного и морского базирования ведется, главным образом, по следующим направлениям [1]:

- увеличение дальности полета;
- повышение выживаемости;
- улучшение точности доставки к цели;
- увеличение скорости полета до гиперзвуковой.

Очевидно, что дальность полета КР предопределяет, в известной мере, положение рубежей пуска, а значит, и безопасность носителей. Не менее важно, что КР с большей дальностью полета предоставляет возможность нанесения ударов по более широкой номенклатуре целей. Ни одна страна мира сегодня не может рассчитывать на наличие "непорожаемых" областей, в которых она могла бы "спрятать" наиболее важные объекты от КР. Большая дальность полета указанных средств поражения стала возможной благодаря созданию малогабаритных экономичных газотурбинных двигателей. Однако сегодня именно они ограничивают другой важный параметр КР - максимальную скорость полета - дозвуковыми величинами. Полет на сверхзвуке, по крайней мере, длительный полет КР противопоказан, поскольку разрешенная дальность пуска резко уменьшается. Вместе с тем, в ряде стран, в том числе в США, ведутся исследования, целью которых является создание гиперзвуковых ракет относительно большой дальности с прямоточными воздушно-реактивными двигателями (ПВРД). Объявлено, что одним из главных достоинств такого оружия станет исключительно короткое время доставки боевой части к цели: например, нанесения удара по объекту на дальности 1000 км при средней скорости, соответствующей  $M = 6$ , гиперзвуковой ракете понадобится менее 10 минут. Однако реализация указанной идеи сопряжена с немалыми трудностями, к числу которых относят создание жаропрочных материалов, работоспособных образцов гиперзвукового ПВРД и др.

Современные КР пока не имеют в своем составе средств, позволяющих выявить факт их обнаружения или атаки по ним со стороны противника. С самого начала предполагалось, что выживаемость КР должна обеспечиваться преимущественно малозаметностью, обусловленной малыми размерами, применением режима маловысотного полета, а также малой эффективной поверхностью рассеивания. Заметим, что даже без применения каких-то ухищрений, КР оказалась крепким орешком для систем ПВО передовых в военном отношении стран. Например, в [2] описывается случай, подтверждающий невысокую эффективность американских противоракетных систем, развернутых в Кувейте в 2003 г.:

*"По нормативам предупреждение о приближении баллистических ракет противника должно было выдаваться за 7-9 минут до подлета последних к цели, а в случае крылатых ракет указанный интервал составлял от 3 до 5 минут. Как только приближающиеся ракеты обнаруживались, стандартная процедура предусматривала объявление тревоги "атака ракетами Scud", уведомление подчиненных частей и подразделений, надевание средств индивидуаль-*

*ной противохимической защиты, после чего все военнослужащие, за исключением часовых-наблюдателей, должны укрыться в подземных бункерах...*

*В один прекрасный день (25 марта 2003 г. - прим. авт.) морские пехотинцы, подразделение которых было развернуто северо-восточнее штаб-квартиры американских войск в Кувейте, вдруг обнаружили прямо у себя над головой низколетящую ракету, направляющуюся к лагерю сил специальных операций.*

*На экранах радиолокационных средств ПВО из состава IMEF (1-й экспедиционной группы морской пехоты) не отображалось ничего необычного, поэтому никаких сигналов тревоги не подавалось. Через пару минут военнослужащие штаб-квартиры были ошеломлены и невероятно удивлены, услышав характерный рев реактивного двигателя ракеты, проскочившей на малой высоте, который сопровождался грохотом и сотрясением почвы из-за взрыва мощной боеголовки.*

*Как оказалось, иракцы переделали противокорабельную ракету Seersucker для нанесения ударов по наземным целям, и она легко сумела избежать обнаружения средствами IMEF благодаря полету на высоте менее 100 ярдов. Запущенная с полуострова Фао ракета пролетела необнаруженной и непосредственно через самое сердце считавшейся бдительной и надежной американской противовоздушной и противоракетной оборонительной системы на театре войны. Вскоре после этой атаки командование американских морских пехотинцев было вынуждено организовать непрерывное воздушное патрулирование самолетов F/A-18s ("зонтик") над полуостровом Фао на протяжении нескольких дней.*

*К счастью для американцев, крылатая ракета в данном случае была оснащена только обычной фугасной боеголовкой. Благодаря солидной полезной нагрузке и присущей таким ракетам способности летать на малой высоте над равнинной местностью, американские морские пехотинцы очень опасались, что следующая "крылатка" может быть начинена химическим или бактериологическим оружием...*

*В ходе операции "Свобода Ираку" не менее пяти противокорабельных ракет CSSC-3 "Seersucker" китайского производства<sup>1</sup> были запущены Ираком против наземных целей в Кувейте. Атака, описанная выше, была первой. Во второй раз, 28 марта 2003 г., двумя ракетами "Seersucker" был нанесен удар по кораблям, находившимся в военно-морской базе Кувейта. Одна ракета попала на антенну радиолокатора, другая угодила в торговый центр, располагавшийся на набережной. Еще две ракеты "Seersucker" атаковали свои цели 31 марта - одна была нацелена на порт Umm Qasr, а другая взорвалась в расположении войск коалиции в районе Safwan.*

*Ни одна из этих ракет не была обстреляна или хотя бы обнаружена в полете средствами американской системы ПВО".*

<sup>1</sup>Натовское обозначение CSSC-3 расшифровывается так: китайская ракета класса "поверхность-поверхность" из состава комплекса береговой обороны, 3 тип; соответствует китайскому обозначению HY-2. Представляет собой серьезно модифицированную ракету П-15 "Термит" советского производства, созданную в начале 60-х годов минувшего века. Иранскими ракетами HY-2 в период ирано-иракской войны, в 1987 г., были повреждены два танкера в Персидском заливе, а позднее, в феврале 1991 г., безрезультатно обстрелян линкор BB-63 Missouri.

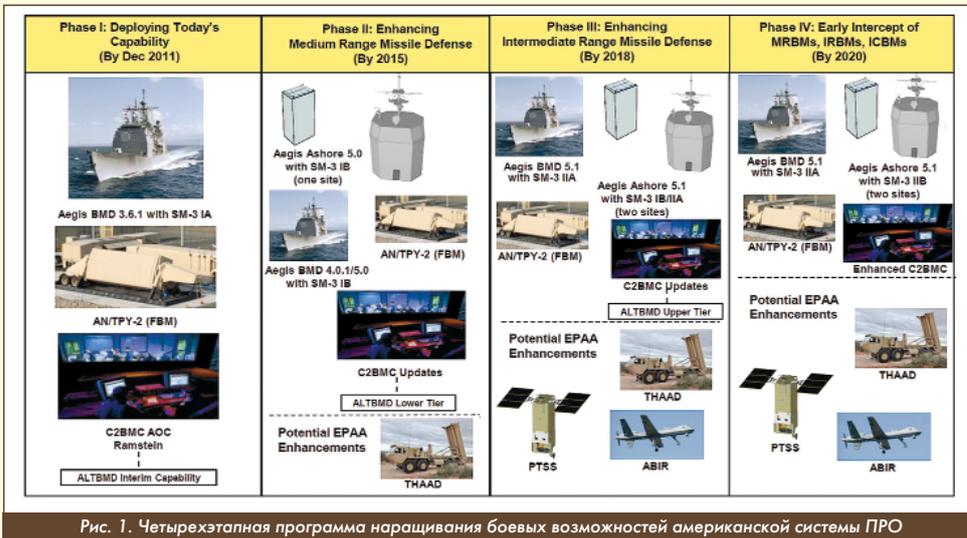


Рис. 1. Четырехэтапная программа наращивания боевых возможностей американской системы ПРО

Осознание отсутствия защиты от КР большой дальности (КРБД) привело американских специалистов к идее системы JLENS, включающей, наряду с активными средствами - истребителями и ЗРК THAAD, радиолокационные станции, антенны которых поднимаются на аэростатах для увеличения дальности обнаружения низковысотных малоразмерных целей. Израильские разработчики также создали противоракетную систему "Железный купол", способную перехватывать не только "крылатки", но и относительно малоскоростные баллистические цели типа снарядов РСЗО. Таким образом, период "беззащитности" некоторых стран перед КРБД (вспомним еще американскую морскую систему Aegis, обладающую противоракетными возможностями), по-видимому, уходит в прошлое.

Важной особенностью КРБД является высокая точность доставки боевой части к цели. Если бы, преодолев расстояние в тысячу миль, ракета с 300-килограммовой фугасной боевой частью взорвалась на расстоянии всего в сотню метров от расчетной точки, то все ухищрения ее разработчиков пошли бы насмарку. Напомним, что первые КРБД, появившиеся на вооружении США и СССР в начале восьмидесятых, были оснащены ядерными боевыми частями, и промах порядка первых сотен метров был для них в большинстве случаев не критичен. Ракета в обычном снаряжении должна обладать куда более высокой точностью, поэтому к корреляционной системе навигации по рельефу местности TERCOM, использовавшей информацию от радиовысотомера и "запомненную" цифровую карту, добавили оптическую подсистему DSMAC (Digital Scene Matching Area Correlator).

При массированном применении КРБД в ходе ряда конфликтов (Югославия, Ирак, Афганистан) выяснилось, что "ахиллесовой пятой" такого оружия стали большая длительность подготовки полетных заданий для ракет и высокая чувствительность системы DSMAC к метеоусловиям в районе цели. Тут же возникла идея об использовании глобальной системы позиционирования GPS для наведения управляемого оружия большой дальности (например, в составе ракет "Tomahawk" Block III). Приводился такой пример: если система наведения КРБД корректировалась от GPS на расстоянии 80 км из цели, то СКО промаха составляло примерно 7 м, что соизмеримо с размерами ракеты [3].

Но уже в ходе агрессии в Югославии было установлено, что спутниковая система конечного наведения не обладает достаточной помехоустойчивостью. Многочисленные рассредоточенные на обширной территории, но при этом технически несложные маломощные источники помех, работающие на несущей частоте GPS, оказались способными парализовать применение высокоточных боеприпасов с такими системами конечного наведения. Иными словами, дешевое (стоимость комплекта, превращающего неуправляемую бомбу в управляемую JDAM с использованием GPS, не превышала \$20 000) высокоточное оружие оказалось применимым только против технологически отсталого или полностью деморализованного, не оказывающего сопротивления, противника.

Выход из сложившегося положения американские специалисты стали искать в направлении комплексирования нескольких систем,

использующих различные принципы навигации и наведения на цель. Усложнялись алгоритмы обработки, внедрялись разного рода фильтры, однако подвижные цели по-прежнему оставались вне типовой номенклатуры для КРБД. А хотелось бы получить возможность и их "прихлопнуть козырным тузом".

**БЛА совместно с КРБД**

Беспилотные и дистанционно пилотируемые летательные аппараты (к числу которых можно отнести и КРБД) находят все более широкое применение в современных военных конфликтах различной интенсивности. Совершенные компьютерные технологии, появление относительно недорогого высокоточных систем управления и наведения в со-

вокупности с идеей о возможности "односторонней", "дистанционной" войны, в ходе которой одному из противников уготована роль безропотной мишени (в лучшем случае - туземца, по которому палит подплывшая канонерка), а другому - роль хладнокровного "стрелка по тарелочкам", легли в основу современной военной политики "передовых стран Запада". Но Терминатор еще не создан, поэтому в ход идут менее совершенные разработки, призванные хотя бы частично устранить выявленные в процессе накопления боевого опыта недостатки КРБД.

Слабым местом КРБД является необходимость формирования для нее полетного задания, включающего информацию о цели, еще до момента старта. Между тем, ракета летит с конечной скоростью, и пока она летит - цель может переместиться (например, подвижный ракетный комплекс), а то и вообще исчезнуть в неопределенном направлении (самолет на аэродроме, подводная лодка в базе). Поэтому некоторые системы управляемого оружия большой дальности, как существующие ("Tomahawk" Block IV), так и перспективные (барражирующие управляемые боеприпасы JSOW), оснащают аппаратурой доразведки района цели и защищенными линиями связи с оператором. В случае если объект удара куда-то пропал, оператор может перенацелить дорогостоящую КРБД (зачем же добру пропадать) или порекомендовать ей подождать прибытия "клиента".

В ряде "продвинутых" систем предполагается передача некоторых функций оператора ракете - "сержанту", система управления которой должна "построить" другие КРБД залпа в некоторый боевой порядок, затрудняющий противнику организацию противодействия, обеспечивающий скрытность или, на худой конец, "насыщающий" целевые каналы средств ПВО. В принципе, на новом уровне (кибернетическом) повторяется вся история развития пилотируемой боевой авиации: на очереди появление беспилотных истребителей сопровождения залпа КРБД, постановщиков маскирующих помех, специализированных "борцов" с активными средствами ПВО, а может быть - и беспилотных самолетов-заправщиков.

В качестве перспективного сценария применения с одного или группы самолетов-носителей залпа (серии) КРБД можно рассмотреть такой. Имеется носитель, способный доставить в район пуска  $N$  беспилотных (дистанционно пилотируемых) летательных аппаратов с задачей - поразить  $M$  целей. Разумеется,  $M \leq N$ . Рассматриваются несколько разновидностей БЛА: собственно КРБД ( $N_1$ ); созданный на базе ракеты доразведчик-целеуказатель, у которого габаритно-массовый ресурс боевой части использован для размещения дополнительного оборудования ( $N_2$ ); аппарат-постановщик активных и пассивных помех ( $N_3$ ). Последние два, к примеру, могут нести на борту небольшие заряды и заканчивать свою жизнь в варианте беспилотных камикадзе, атакуя антенные устройства РЛС противника, если такие окажутся в зоне досягаемости. Если же дальности пуска относительно невелики, а оборудование на борту БЛА второго и третьего типов имеет высокую стоимость, можно даже предусмотреть их возврат и полное или частичное спасение.

По пути к целям БЛА всех типов сталкиваются с разного рода опасностями и помехами, искусственными и естественными, вроде

зенитных ракетных комплексов, истребителей-перехватчиков, средств маскировки целей и т.п. Возникает вопрос, в каком соотношении должны быть представлены указанные типы аппаратов? И второй вопрос, каким должно быть оснащение двух последних типов аппаратов (а может быть, и первого, если предусмотреть возможность выбора системы конечного наведения ракеты перед вылетом самолета-носителя)?

Налицо оптимизационная задача, решив которую можно добиться нанесения максимального ущерба противнику при заданных ограничениях. К числу таковых относятся не только общее число БЛА на носителе, но и, к примеру, число самолетов-носителей с их ограниченным числом точек подвески. Ввиду неточности и неполноты информации о положении целей, системе ПВО противника, погодных условиях на маршруте и в районе цели, степени информативности районов коррекции и пр. задача оказывается стохастической, причем законы распределения некоторых действующих факторов неизвестны, а параметры других законов неутвуда получить (скажем, закон распределения вероятности обнаружения КРБД  $i$ -го типа, летящей на  $s$ -ой высоте,  $j$ -ым комплексом ПВО противника при наличии  $k$ -го типа помех).

Практически все известные методы синтеза (оптимизации) разработаны применительно к описанию системы одним (скалярным) показателем эффективности. Задача оптимизации в общем случае имеет следующую постановку: требуется определить вектор управляемых переменных  $X^T = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ , который обеспечивает экстремум показателя эффективности  $f(X, g)$  при наложенных ограничениях на переменные решения  $g^T = [g_1, g_2, \dots, g_m]$ ,  $f(X^*) = \text{extr} f(X)$ ,  $g_i(X) < g_{0i}$ .

Значительно усложняется задача синтеза системы при оценке ее эффективности векторным показателем  $F^T = [f_1, f_2, \dots, f_k]$ . В этом случае требования к системе противоречивы и, как правило, нельзя определить систему, наилучшую по всем показателям  $f_i$  без наложения дополнительных условий на них при формировании критерия. Наибольшее распространение получили три метода синтеза систем на основе использования векторного показателя:

- метод, основанный на формировании обобщенного (скалярного) показателя в виде весовой функции частных критериев и оптимизации системы по экстремуму этого показателя;
- метод выбора одного из показателей в качестве главного и перевода других показателей в разряд ограничений;
- метод последовательных уступок.

Одним из сложных и ответственных этапов построения обобщенного показателя является определение весовых коэффициентов. В некоторых случаях их можно найти из анализа модели и показателей эффективности, иногда приемлемые результаты получаются при суммировании с равным весом. Однако достаточно часто рационально обосновать значения весовых коэффициентов не удается [4].

При формировании информационного комплекса, размещенного на КРБД и специальных БЛА, необходимо учитывать, что он должен соответствовать целям функционирования всей группы ЛА, выполняющих задачу поражения групповой цели в различных условиях функционирования.

С точки зрения выбора наилучшего варианта построения комплекса под глобальной целью функционирования будем понимать количественно определенную в пространстве параметров  $X$  информационного комплекса группы ЛА (включая системы наведения КР, системы БЛА-доразведчика, системы БЛА-постановщика помех и т.д.) область желаемых значений  $X^*$  параметров, при достижении которых качество функционирования комплекса оказывается наилучшим. Для достижения области  $X^*$  отводится определенный ресурс  $r$ , расходуя который в той или иной мере обеспечивают приближение к глобальной цели функционирования. Отводимый ресурс качественно характеризуется множеством параметров, определяющих внешние свойства информационного комплекса, под которым подразумеваются работающие совместно информационные каналы КР и специальных БЛА

$$r = \{r_1, \dots, r_j, \dots, r_n\}, \quad (1)$$

где  $r_j$  - вектор ресурсов КР (специального БЛА)  $i$ -го типа;

$n$  - число видов КР и специальных БЛА, действующих в группе.

В свою очередь, каждый из векторов  $r_i$  определяется набором информационных каналов, которыми может быть оснащен летательный аппарат (ЛА), и их параметров

$$r_i = \{r_i^{11}, \dots, r_i^{jk}, \dots, r_i^{ms}\},$$

где  $j$  - порядковый номер информационного канала;

$k$  - порядковый номер параметра  $j$ -го информационного канала;

$m$  - число информационных каналов ЛА  $i$ -го типа;

$s$  - число параметров ресурсов  $j$ -го информационного канала ЛА  $i$ -го типа.

На множество  $r$  накладываются ограничения типа равенств и неравенств

$$\begin{aligned} H_i(r) &= 0, \quad i = \overline{1, l} \\ G_j(r) &\geq 0, \quad j = \overline{1, g}. \end{aligned} \quad (2)$$

К числу таких ограничений можно отнести максимальную допустимую массу полезной нагрузки ЛА, число отсеков (ячеек, точек подвески) для ее размещения на ЛА, максимальную суммарную мощность потребителей электроэнергии и т.п.

Таким образом, пространство параметров  $X_n$  определяется числом видов КР и специальных БЛА, действующих в составе группы, числом информационных каналов на каждом из них и пространством ресурсов  $r^j = \{r_j^{11}, \dots, r_j^{jk}, \dots, r_j^{js}\}$ , отводимых  $j$ -му информационному каналу  $i$ -го летательного аппарата из состава группы.

С учетом наличия ограничений на ресурсы, КР или специальные БЛА в условиях одного полета могут нести несколько видов оборудования, соответствующих определенным информационным каналам, в общем случае меньшим максимально возможным. К примеру, на КР в конкретных условиях может быть размещен только один вариант системы наведения (СН) из множества допустимых. В связи с этим выбранный вариант построения информационного комплекса КР и специальных БЛА для выполнения определенного задания может быть описан вектором

$$x = \{r_1, \dots, r_j, \dots, r_n, \alpha\}, \quad (3)$$

где  $\alpha = \{\alpha_{11}, \dots, \alpha_{ij}, \dots, \alpha_{nm}\}$  - вектор численности аппаратов  $i$ -го типа с  $j$ -м набором информационных каналов.

Каждому конкретному варианту построения информационного комплекса группы КР и специальных БЛА для конкретных условий боевого применения (метеоусловия, время суток, характер противодействия ПВО, рельеф местности, типы объектов поражения) можно поставить в соответствие показатели качества, характеризующие степень достижения глобальной и локальных целей функционирования комплекса.

Степень соответствия комплекса поставленной глобальной цели функционирования характеризуется значением показателя эффективности или глобальным показателем качества  $K_0$ , определяемым набором локальных показателей качества

$$K_0 = K_0(K_1, K_2, \dots, K_k).$$

Каждый локальный показатель качества информационного комплекса  $K_i$ ,  $i = \overline{1, k}$ , в свою очередь, определяется значениями соответствующих показателей качества информационных каналов

$$K_i = F_i(K_i^1, K_i^2, \dots, K_i^m), \quad i = \overline{1, k},$$

где  $K_i^j$ ,  $j = \overline{1, m}$  - значение  $i$ -го локального показателя качества  $j$ -го информационного канала;

$F_i$  - функция агрегирования локальных показателей качества каналов к локальному показателю качества информационного комплекса в целом.

Локальные показатели качества  $K_i^j$  для определенных условий функционирования информационного комплекса определяются набором технических характеристик соответствующего канала

$$K_i^j = K_i^j(T_1^i, \dots, T_s^i, \dots, T_k^i), \quad s = \overline{1, h},$$

где  $T_s^j$  -  $s$ -тая техническая характеристика  $j$ -го информационного канала.

Вектор технических характеристик  $j$ -го информационного канала неразрывно связан с отводимым ему набором ресурсов

$$T^j = T^j(r_j^j). \quad (4)$$

На практике часто имеет место ситуация, когда аналитическую связь глобального показателя качества  $K_0$  с локальными показателями установить не удается. Однако наличие одной глобальной цели функционирования определяет принципиальную разрешимость за-

дачи выбора наилучшего варианта построения комплекса, несмотря на невозможность представления критерия  $K_0$  в скалярной форме. Для этого необходимо сравнивать различные варианты между собой по степени достижения глобальной цели функционирования.

Неопределенность в задании глобальной цели функционирования может быть устранена путем использования системы предпочтений эксперта (лица или группы лиц, ответственных за обоснование принимаемых решений и выражающих интересы структуры, во исполнение требований которой решается задача формирования облика информационного комплекса). Предполагается, что эксперт располагает достаточно полными сведениями о целях функционирования и задачах комплекса, позволяющими снимать неопределенность в задании глобальной цели функционирования с точки зрения системы верхнего уровня иерархии.

Следует отметить, что решения, принимаемые на основе выявления и использования системы предпочтений эксперта, носят принципиально субъективный характер. Необходимость привлечения экспертной информации непосредственно вытекает из самой постановки задачи формирования облика - в построенном на основе всей имеющейся в распоряжении информации множестве выбора  $X^*$  содержатся несравнимые варианты.

Эксперт, задавая свои предпочтения на множестве вариантов, подходит к их определению с точки зрения известной ему глобальной цели функционирования комплекса. Система предпочтений устроена следующим образом: для любых двух альтернатив  $x_1$  и  $x_2$  эксперт может определить либо что  $x_1 P x_2$ , либо что  $x_2 P x_1$ , либо что  $x_1$  и  $x_2$  одинаково хороши с точки зрения своего целевого назначения. Кроме того, необходимо, чтобы получаемая от эксперта информация была непротиворечива, т.е. если  $x_1 P x_2$ , то  $x_2 \bar{P} x_1$ .

В силу замкнутости и конечности размера множества  $X$  оно является счетным. Тогда, если система предпочтений является слабым упорядочением, существует вещественнозначная функция  $I(x)$  на множестве  $X$ , сохраняющая упорядочение и называемая индикатором предпочтения, для которой выполняется условие

$$[\forall x_1, x_2 \in X: x_1 P x_2] \Rightarrow [I(x_1) > I(x_2)] \quad (5)$$

Значения функции  $I(x_1)$ ,  $I(x_2)$  определяют сопоставительную оценку вариантов  $x_1$  и  $x_2$ , позволяющую их сравнивать по принципу "лучше - хуже", т.е. значение индикатора предпочтения является оценкой варианта в ранговой шкале измерения. Необходимость использования ранговой шкалы объясняется тем, что при числе критериев больше двух-трех достоверность оценок, получаемых в других типах шкал, чрезвычайно низка. Спецификой использования ранговой шкалы измерения является то, что в ней допустимы любые монотонные преобразования оценок.

Множество условий функционирования информационного комплекса можно представить в виде  $q$ -мерного пространства

$$Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_q\},$$

где  $Q_i, i = \bar{1}, q$  - вектор параметров условий функционирования.

Тогда множество вариантов  $X$  может быть представлено в расширенном виде  $X_Q$  в качестве вероятностного пространства с мерой  $P_Q$   $X_Q = X \times Q$ . (6)

Если на множестве  $X$  задана система предпочтений, образующая слабое упорядочение, то для вероятностного пространства  $X_Q$  справедливо соотношение

$$[\forall x_1, x_2 \in X: x_1 P x_2] \Rightarrow [M_Q\{I(x_1), P_Q\} > M_Q\{I(x_2), P_Q\}],$$

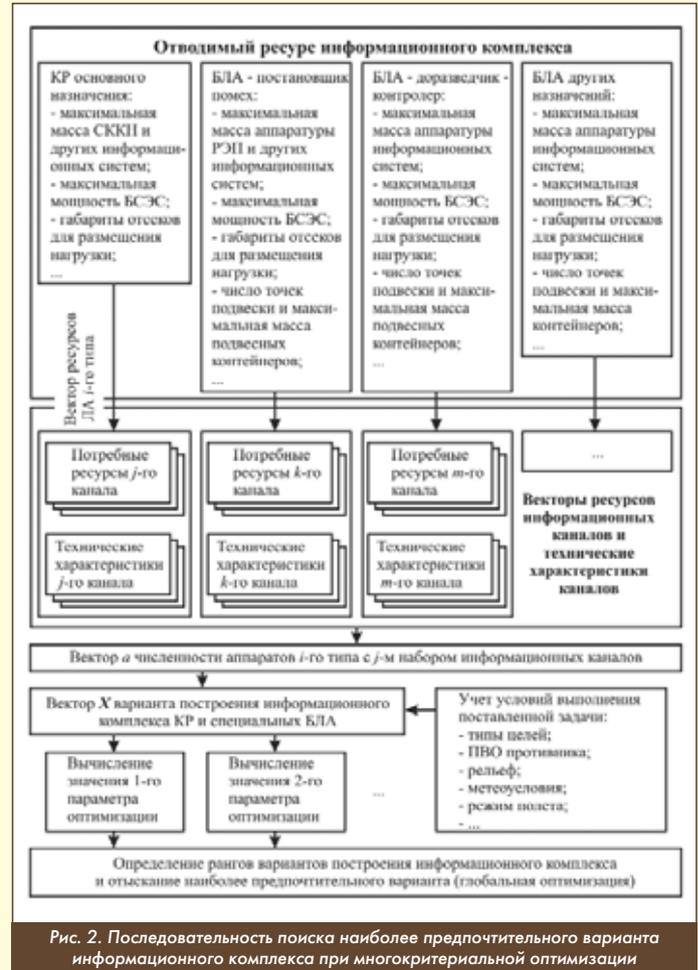
где  $M_Q$  - символ математического ожидания по множеству  $X_Q$  с мерой  $P_Q$ .

Учитывая (6), можно считать справедливым соотношение

$$[\forall x_1, x_2 \in X_Q: x_1 P x_2] \Rightarrow [I_m(x_1) > I_m(x_2)], \quad (7)$$

где  $I_m(x_1) = \int_{X_Q} I(x_1) dP_Q$  - математическое ожидание значения индикатора предпочтения варианта  $x$  по множеству условий функционирования  $Q$ .

Функция  $I_m(x)$  формально является агрегированным показателем преимущества одного варианта построения комплекса над другим. Однако ее значение не позволяет установить однозначное соответствие между значениями локальных показателей качества оцениваемого варианта и его техническими характеристиками. Для



устранения этой неоднозначности оптимально должны быть распределены как доли ресурсов, выделяемые каждому информационному каналу в составе комплекса, так и в каждом канале выделенный ресурс должен использоваться наилучшим образом. Учитывая, что зависимость (4) не всегда однозначно определяет технические характеристики, это требование подразумевает решение локальной оптимизационной задачи по использованию ресурса

$$I_m^*(x) = \max I(x) \text{ при } x = \text{const}, \quad (8)$$

где  $T = \{T_1, \dots, T_j, \dots, T_m\}$  - вектор технических характеристик информационного комплекса, а  $j$  - номер информационного канала.

Резюмируя, можно утверждать, что задача формирования облика информационного комплекса группы КР и специальных БЛА сводится к отысканию наилучшего с точки зрения целевого назначения варианта построения комплекса  $x^* \in X$ , для которого не существует другого доминирующего его варианта

$$x^* = \{x \in X: \forall x \in X I_m^*(x^*) > I_m^*(x)\} \quad (9)$$

Выбор должен производиться из ограниченного множества  $X$  (3) на основе экспертной информации, описывающей систему предпочтений на множестве вариантов (5), с учетом влияния условий функционирования (7) и принципа оптимального использования ресурсов (8). ▲

### Литература

1. Cruise Missiles and Modern War. Strategic and Technological Implications. Occasional Paper No. 13. Center for Strategy and Technology. Air War College. May 2000.
2. P. Tissue, R. Perkins, D. Sawyer, L. Powell. Attacking the Cruise Missile Threat. Joint Forces Staff College. September 2003.
3. J. Kueter, H. Kleinberg. The cruise missile challenge: designing a defense against asymmetric threats. George Marshall Institute. 2007.
4. Д.Б. Юдин. Математические методы управления в условиях неполной информации. М.: "Сов. Радио", 1974.

Связь с автором: [sukhomlinov@npomis.ru](mailto:sukhomlinov@npomis.ru)