

Методологические аспекты внешнего проектирования корабельных авиационных систем авианосца

Туголуков В.А.

*Испытательный центр «Морской» Государственного летно-испытательного
центра им В.П. Чкалова, Приморский-1, ул. Гагарина, 3/61,*

Феодосия, 298177, Республика Крым, Россия

e-mail: variant_co@mail.ru

Статья поступила 01.07.2019

Аннотация

Рассматриваются методологические аспекты внешнего проектирования корабельных авиационных систем в интересах создания эффективного авианосца. В методологическом аспекте анализ корабельных авиационных систем авианосца задается категориальным алгоритмом системного исследования по общему критерию "эффективность – затраты – время", развернутому в организационно-системном разрезе при операционном функционировании авианосца, как сложной организационно-технической системы, в пределах своего жизненного цикла. Основными методологическими аспектами внешнего проектирования характеристик корабельных авиационных систем авианосца, инвариантными для всех этапов системной оптимизации, являются фокусированность действий, организационная гибкость, многофункциональность, соразмерность интенсивности операционного функционирования качественному потенциалу авианосца – целевой функции. В логическом плане такой подход к разрешению оптимизационных проблем обобщает закономерности организационно-системной оптимизации, смысл оптимизационных

критериев, и отражает запросы проектной, управленческой и организационной практики создания и испытаний авианосца.

Ключевые слова: авианосец, корабельные авиационные системы, внешнее проектирование, оптимизация, целевая функция, операционное функционирование, принятие решений.

Формирование области поиска проектных решений и формализация предпочтений (требований) к параметрам корабельных авиационных систем авианосца является довольно сложной задачей оптимизации.

Та система предпочтений, которой руководствовался Заказчик, окончательно выявлялась в процессе анализа и отбраковки конкретно предъявленных альтернатив требований. Используя формальные конструкции, удавалось добиться лишь приближения к тем принципам оптимальности, которыми оперировал Заказчик при формировании требований и принятии решений [1,2,3].

Как правило, представления Заказчика об оптимальности богаче по своему содержанию, чем те, которые ему удавалось указать и формализовать в тактико-техническом задании (ТТЗ) на создание авианосного корабля (АНК). Поэтому после постановки задачи предпроектных исследований и проектирования приходилось задачу корректировать, по меньшей мере, за счет уточнения принципа и критериев оптимальности. Чтобы синтезировать определенную концепцию оптимальности,

необходимо было провести анализ возможностей корабельных авиационных систем АНК в терминах критериев, которым системы должны соответствовать.

Обычно при внешнем проектировании тем или иным способом [3] генерируется некоторое множество альтернатив $A_Q = (A_{Q_i}, \dots, A_{Q_m})$ для формирования системы предпочтений. Эти альтернативы сравниваются между собой (и с аналогичными зарубежными образцами в некоторых предполагаемых условиях функционирования) и передаются Разработчику на внутреннее проектирование для построения адекватной модели выбора всех возможных альтернатив A_Q , качеств Q_0 и набора характеристик $O(Q) = (O_1(Q), \dots, O_{n1}(Q))$ системы, а также требований R_j к показателям качества систем. Разработчик строит множество максимальных элементов A_{Q_i} в критериальной модели (A_{Q_i}, R_j) в том предпочтении Заказчика, которое оказалось на стадии внешнего проектирования. Но оказывается, что требования недостаточно обоснованы, и часто невыполнимы. Чтобы это исключить, организовывалось информационное взаимодействие между стадиями внешнего и внутреннего проектирования (рисунок 1) с тем, чтобы определить выполнимость требований ТТЗ, потому что Разработчик больше, чем кто-либо другой, знает возможности современных технологий и имеет опыт реального проектирования.

Если среди элементов множества A_{Q_i} найдутся варианты системы, соответствующие представлениям Заказчика об оптимальности, то их описание ложится в основу окончательного варианта ТТЗ, которое поступает на стадию

внутреннего проектирования для формирования технического предложения на детальную проработку проекта.

После формирования новых требований и нового вектора частных показателей качества алгоритм информационного взаимодействия "Заказчик – Разработчик" должен быть повторен, то есть неизбежен полный перебор и субъективное оценивание предпочтительных вариантов корабельных авиационных систем без объективного и критериального обоснования проекта авианосца. Это приводит к большим затратам времени и средств на создание заранее неэффективного авианосца. Так было с проектами 1143.1...1143.4, и особенно с проектом 1143.5 (нынешний ТАКР "Адмирал Кузнецов").

Требования к показателям качества корабельных авиационных систем должны формироваться в ТТЗ таким образом, чтобы была исключена возможность их неоднозначного толкования и субъективного оценивания качества систем [4,5].

В развиваемой методологии корабельные авиационные системы должны оптимизироваться по единственному и количественно определенному критерию качества, отвечающему требованиям оптимальности и отражающему цели операционного функционирования систем – по целевой функции авианосца.

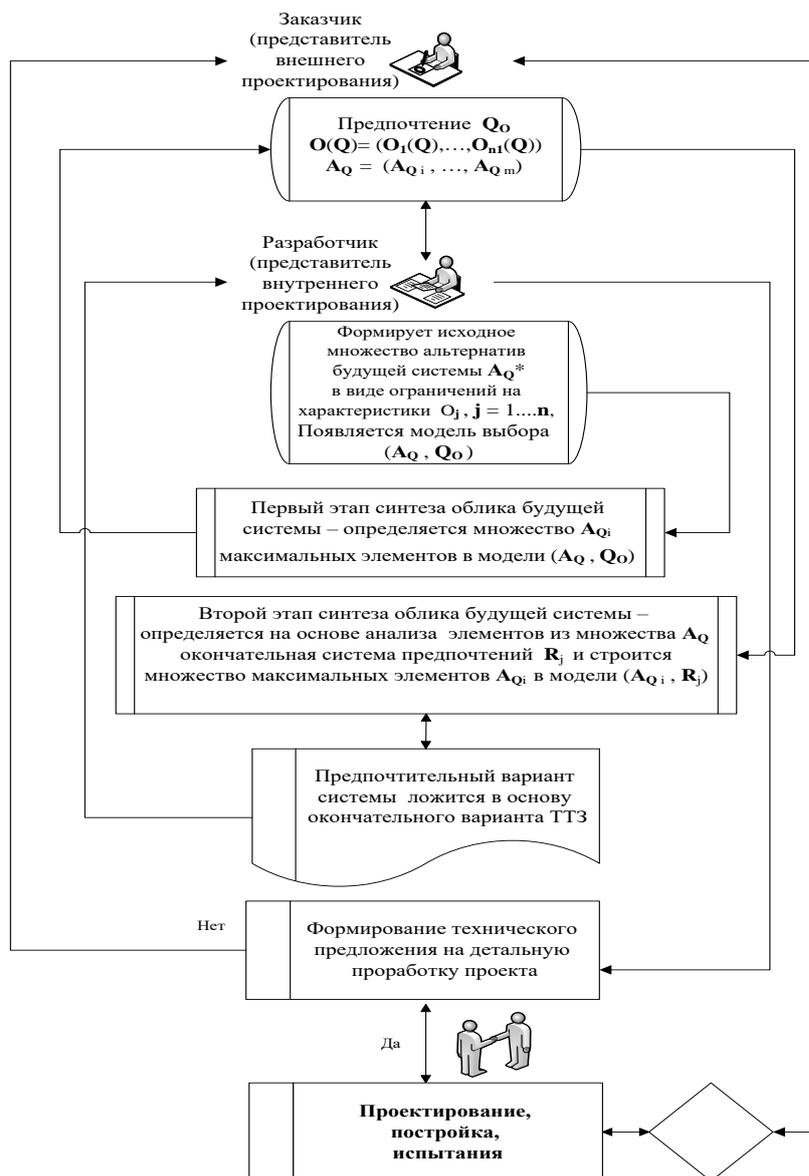


Рисунок 1 – Информационное взаимодействие Заказчика и Разработчика при формировании требований к авианосному кораблю

В методологическом аспекте анализ авианосца, как сложной организационно-технической системы операционного функционирования (рисунок 2), задается категориальным алгоритмом системного исследования [6,7] по общему критерию K_k ["эффективность (Q_k) – затраты (C_k) – время (T_k)"], развернутому в организационно-

системном разрезе в пределах своего жизненного цикла (рисунок 3) при выполнении k -ой операции.

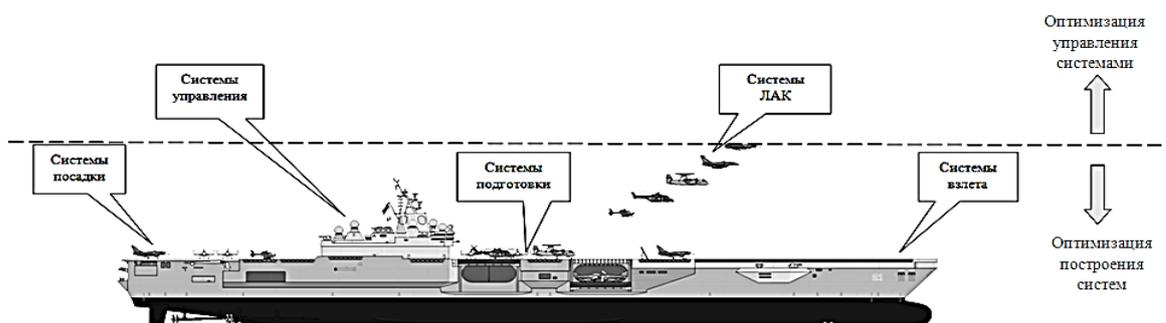


Рисунок 2 – Корабельные авиационные системы авианосца

Базовые составляющие критерия K_k эффективности (качества), имеющие первостепенное критериальное значение (результативность, затраты, оперативность), оказываются достаточно согласованными, что дает основание использовать его в качестве основного функционального критерия оптимальности [8,9,10].

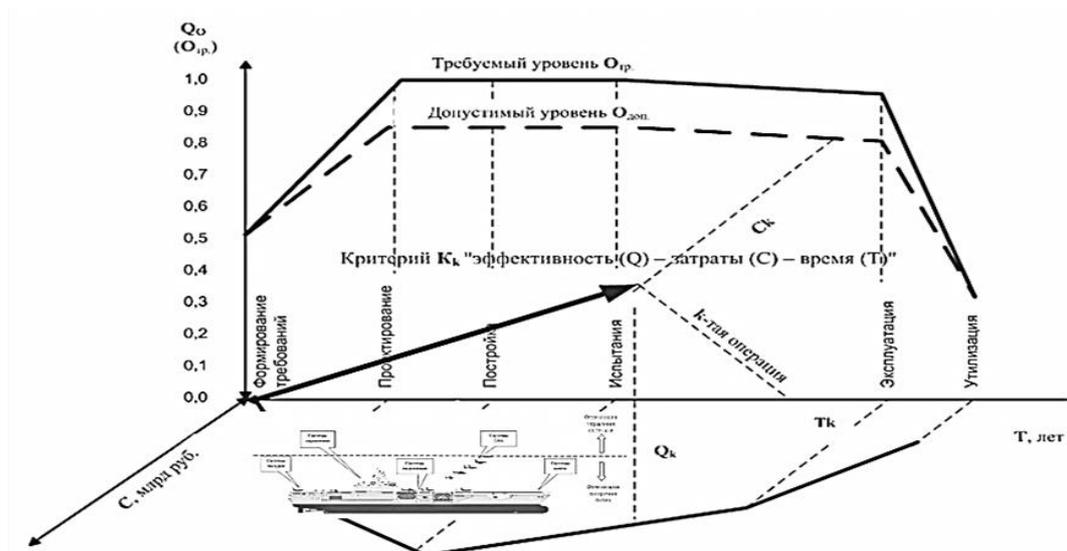


Рисунок 3 – Жизненный цикл авианосца

Суть критерия K_k заключается в том, чтобы "взнос" авианосца в наносимый (или предотвращенный) ущерб был не только тактически, но и экономически оправданный. В этом состоит одна из доминант современных боевых действий на море [11,12]. Именно эффективность, принятая как функциональный критерий оптимальности при соответствующем уточнении, способна обеспечить синергетический эффект сразу на нескольких боевых уровнях: от завоевания превосходства на море, в воздухе и отражения средств нападения, до поражения наземных, морских, воздушных целей каждой корабельной авиационной системой и авианосцем в целом.

При этом, основными принципами оптимального выбора системных характеристик авианосца, инвариантными для всех этапов его системной оптимизации, являются фокусированность действий, организационная гибкость, многофункциональность, соразмерность интенсивности операционного функционирования качественному потенциалу авианосца – целевой функции.

В логическом плане такой подход к разрешению оптимизационных проблем обобщает закономерности организационно-системной оптимизации [13,14], смысл оптимизационных критериев, и отражает запросы проектной, управленческой и организационной практики создания и испытаний авианосца.

Требования ТТЗ на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по созданию авианосца должны составлять основу критериального единства ("сплоченности") оптимизации, оценки и принятия оптимальных проектных решений при создании, испытаниях и эксплуатации АНК (авианосца).

Для поиска оптимальных процессов функционирования каждой гранично выделенной корабельной авиационной системы строятся критериальные (вероятностные) модели [15,16], адекватность которых определяется не столько степенью

ее соответствия реальной системе, сколько целям операционного функционирования авианосца в k -ой операции, будь то отражение налета средств воздушного нападения

(СВН), нанесение удара по надводным целям (авианосным ударным группам – АУГ, например) или по наземным целям (при подавлении объектов противодесантной обороны – ПДО, например) (рисунок 4).

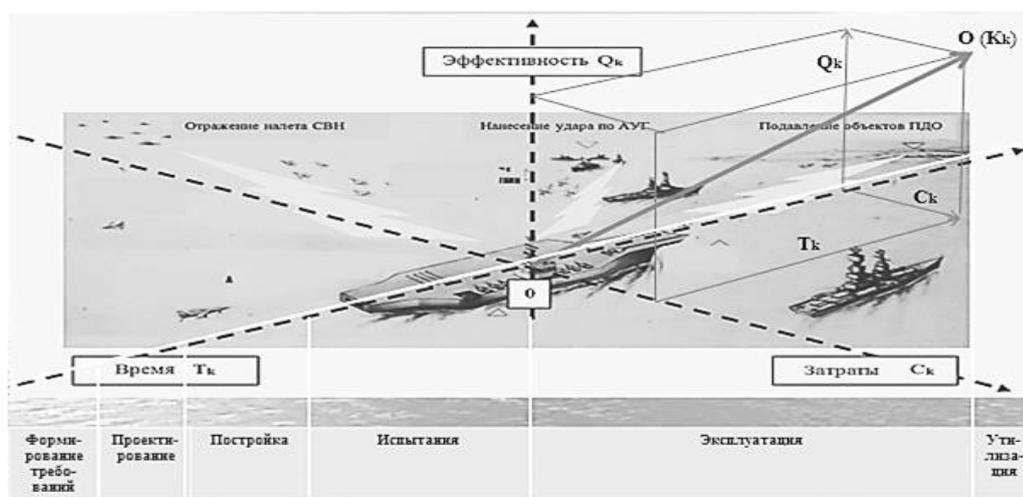


Рисунок 4 – Операционное функционирование авианосца

K -ая операция O , имея системный "оттенок", на языке теоретико-множественного описания может быть представлена по аналогии с рисунком 3 совокупностью (см. рисунок 4):

$$O(K_k) = (Q_k, C_k, T_k),$$

где

$Q_k = (Q_{i1}, \dots, Q_{in1})$ - вектор результатов (целевых, позитивных эффектов) k -ой операции;

$C_k = (C_1, \dots, C_{n2})$ - вектор затрат ресурсов (побочных, негативных) k -ой операции;

$T_k = (T_1, \dots, T_{n3})$ - вектор временных затрат (побочных, негативных) на достижение целевых эффектов k -ой операции.

Процесс и последствия функционирования авианосца (S) в k -ой операции определяются процессами функционирования корабельных авиационных систем (S_i) и воздействием среды (E). Проблема сводится к выявлению влияния этих процессов и воздействий на поведение авианосца (S) и на конечный результат его функционирования (Q_k).

Процесс оптимизации должен быть направлен на создание (разработку) более эффективных и менее дорогостоящих корабельных авиационных систем и повышение качества функционирования существующих систем, избегая полного перебора и оценивания возможных вариантов корабельных авиационных систем и проекта авианосца. Именно системно-диалектические и организационно-системные аспекты внешнего проектирования [17,18] представляют основу критериального единства ("сплоченности") оптимизации, оценки и принятия оптимальных проектных решений при создании, испытаниях и эксплуатации авианосца по следующему алгоритму:

1. Фиксация и анализ проблемопорождающих противоречий, препятствующих функционированию и развитию авианосца, вызывающих его дезоптимизацию (деградации свойств, диспропорций, дезинтеграции, дезорганизации структур S_i , ресурсов C_k и способов функционирования).

2. Выбор проблеморазрешающих целей и критериев их достижения.

3. Исследование актуальной среды E авианосца, локализуемой постановкой целей. (Актуальная среда включает совокупность внешних для авианосца факторов, существенно влияющих на достижение его целей).

4. Определение функциональных качеств Q_i (критериальных требований к авианосцу), необходимых для достижения целей в заданных условиях E окружающей среды.

5. Разработка и оценка систем авианосца, адекватных требованиям разрешения актуальных проблем. Выбор концепции, оптимальной с точки зрения требуемых функциональных качеств Q_i .

6. Анализ способов функционирования и развития авианосца для достижения целей в заданных условиях окружающей среды E .

7. Выбор конструкции (организационной структуры S), обеспечивающей функционирование и развитие систем авианосца.

8. Разработка организационной структуры авианосца S , обеспечивающей функциональную ориентированность систем и функционирования на разрешение актуальных противоречий.

9. Сопоставление корабельных авиационных систем S_i авианосца с "родственными", альтернативными или конкурентными системами. Оценка качеств Q_i авианосца со стороны среды E . Выбор способа взаимодействия авианосца S со средой E .

10. Интегрированное описание взаимодействия "авианосец S – среда E ", его рассмотрение и оценка с позиций корабельных авиационных систем S_i .

11. Принятие проектных решений по корабельным авиационным системам.

При этом, основными методическими инструментами сравнения и выбора оптимальной концепции авианосца S являются моделирование затрат C_k , результативности $Q^{рез.}$ и надежности (безотказной работы) $Q_{б.р.i}$ каждой из альтернатив во времени T_k [19,20], а также их оценка с позиций оптимизационных принципов и функциональных критериев оценки операционной эффективности $O(Q_i)$.

Выбор концепции "оптимального" авианосца S , наиболее адекватной требованиям разрешения актуальных противоречий (проблем), создает основу для дальнейшей поэтапной конкретизации и структуризации его системного облика на последующих ступенях алгоритма в аспектах операционного функционирования, конструкции, организационного взаимодействия систем S_i , характера взаимодействия с окружающей средой E и так далее [21,22].

В процессе внешнего проектирования алгоритм критериальной "сплоченности" оптимизации, оценки и принятия оптимальных проектных решений конкретизируется и уточняется по отдельным этапам прохождения и параметрам

анализа, обусловленным спецификой авианосца и решаемых оптимизационных задач. Последовательная реализация рассмотренных этапов организационно-системного алгоритма принятия проектных решений позволяет получить в итоге искомый проект корабельных авиационных систем авианосца, нацеленный на разрешение актуальных противоречий на всех стадиях жизненного цикла авианосца.

Библиографический список

1. Демидов Б.А., Луханин М.И., Величко А.Ф., Науменко М.В. Системная методология планирования развития, предпроектных исследований и внешнего проектирования вооружения и военной техники: Монография. - Киев: Изд-во Стилос, 2011. - 464 с.
2. Захаров И.Г. Теория компромиссных решений при проектировании корабля. - Л.: Судостроение, 1984. - 280 с.
3. Скопец Г.М. Внешнее проектирование авиационных комплексов: методологические аспекты: Монография. - М.: Изд-во Ленанд, 2017. - 344 с.
4. Туголуков В.А. Размышления над полетной палубой авианосца в терминах эффективности. Каким он должен быть?! - М.: Изд-во Спутник+, 2017. - 174 с.
5. Каберник В.В. Оценка боевой мощи авианосцев: Цикл запуска. URL: <http://www.eurasian-defence.ru/node/3602>
6. Винограй Э.Г. Общая теория организации и системно-организационный подход. - Томск: Изд-во ТГУ, 1989. - 236 с.
7. Дегтярев Ю.И. Методы оптимизации. - М.: Советское радио, 1980. - 272 с.

8. Антонов Ю.С. Некоторые проблемы оптимизации построения системы вооружения и управления ее элементами в процессе боевых действий // Вестник Академии военных наук. 2005. № 3. С. 128 - 138.
9. Малышев В.В. Методы оптимизации в задачах системного анализа и управления. - М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. - 440 с.
10. Аллилуева Н.В., Руденко Э.М. Методика решения оптимизационных задач по выбору замкнутых маршрутов на графах на основе генетического алгоритма // Известия института инженерной физики. 2017. № 2 (44). С. 63 – 69.
11. Беляев Б.Н. и др. Военно-морское искусство. Определение достоверности результатов оперативно- тактических расчетов // Морской сборник. 1978. № 12. С. 24 - 28.
12. Кудрявцев Е.М. Исследование операций в задачах, алгоритмах и программах. - М.: Радио и связь, 1984. - 396 с.
13. Винограй Э.Г. Методологические принципы создания прогрессивной техники. Методологические проблемы создания новой техники и технологии. - Новосибирск: Наука, 1989. С. 21 - 34.
14. Прозоров С.Е., Вербин А.В. Оценка угрозы и управление риском в авиационной безопасности // Труды МАИ. 2014. № 78. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=5368>
15. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. - М.: Физматлит, 2012. – 572 с.

16. Поленин В.И. Применение вероятностных моделей при планировании операций // Военная мысль. 2004. № 3. С. 12 - 14.

17. Туголуков В.А. Системно-диалектические и организационно-системные аспекты оптимизации корабельных авиационных систем в интересах принятия решений по созданию авианосца // Морской сборник. 2020. № 2. С. 17 - 23.

18. Поляков В.Б., Неретин Е.С., Иванов А.С., Будков А.С., Дяченко С.А., Дудкин С.О. Архитектура перспективных комплексов управления бортовым оборудованием // Труды МАИ. 2018. № 100. URL: <https://mai.ru/publications/index.php?ID=93292>

19. Евдокименков В.Н., Динеев В.Г., Карп К.А. Инженерные методы вероятностного анализа авиационных и космических систем. - М.: Физматгиз, 2010. - 320 с.

20. Ананенков А.Е., Марин Д.В., Нуждин В.М., Расторгуев В.В., Соколов П.В. К вопросу о наблюдении малоразмерных беспилотных летательных аппаратов // Труды МАИ. 2016. № 91. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=75662>

21. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: Наука, 2002. – 496 с.

22. Косов В.А., Плаксин М.А. Метод анализа иерархий: способы согласования матрицы парных сравнений // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2007. № 7. С. 24 - 28.