

ТИПОЛОГИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ СХЕМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗАДАЧИ ПОЛИКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

Дмитриев О.Н.

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
МАИ, Волоколамское шоссе, 4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993, Россия
e-mail: olegdmitriev@yandex.ru*

Рассматривается типовая абстрактная управленческая ситуация в области оперирования с авиационной и космической продукцией для произвольного этапа ее жизненного цикла. Мотивируется неперенная множественность нацеленности (целевой ориентированности) управления в этой сфере. Соответственно в общем случае при формализации оптимизационных управленческих задач выделяется многомерное пространство критериев оптимизации. Мотивируется целесообразность введения различных видов представления критерия оптимизации. Для этого пространства предлагается типологический ряд представлений в конструкциях различных математических абстракций.

Ключевые слова: авиация, космонавтика, обоснование решений, полезность, интерпретация, формализация, критерий оптимизации, оптимизация.

В области проектирования, производства и технической эксплуатации авиационной и космической продукции (и в первую очередь — соответствующей техники) с неизбежностью возникает проблема оптимизации управленческих решений самого различного характера. Это обусловлено вариабельностью управленческих решений и различностью последствий их реализации в виде управленческих воздействий. При этом должны быть произведены в том числе содержательная постановка и формализация оптимизационной управленческой задачи [1]. В общем случае при этой формализации в обязательном порядке приходится вводить представление группы критериев оптимизации. Это осуществляется стереотипно и соответственно осуществляется переход к достаточно типичным методам решения этих задач, включая скаляризацию критерия оптимизации, сопряженных либо с классической теорией оптимизации, либо с эвристическими методами ранжирования. Концептуальные новации в этой области практически не наблюдаются. Между тем в различных областях исследования, в том числе в математических науках, наблюдается интенсивное развитие методов решения оптимизационных задач, что подводит к идее интерпретационной диверсификации представления задачи оптимизации, и в том числе — критерия оптимизации.

Авиационно-космическая сфера, как и многие другие сферы, в которых оперируют с парками сложных технических объектов группировки категориально неоднородных субъектов управления, характеризуется очень значительным видовым и типовым разнообразием управленческих задач. Среди этих задач в обязательном порядке присутствуют задачи оптимизации управленческих решений, ибо функция оптимизации, как известно, является неперенной функцией любого управления.

Факторами, обуславливающими многообразие задач оптимизации управленческих решений в авиационно-космической сфере, являются следующие:

— множественность уровней управления, включая макро-, мезо- и микроуровни. В самом деле, здесь можно выделить, в частности, межгосударственный, государственный, корпоративный, фирменный и подразделенческий уровни управления [2];

— множественность субъектов управления, в число которых категориально входят органы государственного управления (законодательные и исполнительные), органы управления корпорациями (в авиационной промышленности и ракетно-космической промышленности это — холдинги и субхолдинги), дирекции предприятий, а также админис-

траторы соответствующих подразделений предприятий. В некоторых случаях задействуются и органы управления фактически возникающих региональных авиационных и ракетно-космических кластеров — органы управления субъектов федерации и муниципальных образований [3—5]. Возможны случаи введения псевдосубъектов управления — например так называемых третейских субъектов управления [6];

— множественность объектов управления как в части объектной, так и предметной локализации. В самом деле, в качестве организационно-экономических обособлений могут выступать все известные обособления, рассматриваемые к тому же в различных предметных аспектах — такая ситуация характерна, например, применительно к функциональному управлению для предприятий рассматриваемых комплексов и сфер эксплуатации (применения по назначению) соответствующей товарной продукции;

— множественность интересов (целевых заинтересованностей) управленческого персонала, являющегося субъектами управления [7]. В самом деле, полезность операторов авиационной и ракетно-космической деятельности, а также соответствующей продукции рассматривается в группе аспектов, включая прогрессорскую полезность, полезность в части обеспечения национальной безопасности, финансово-экономическую полезность, полезность в части аварийности авиационной и ракетно-космической техники, полезность в части занятости, а также и некоторые другие полезности.

Соответственно цели управления в авиационной и ракетно-космической сферах являются множественными, размерностно разнородными, конфликтными и заведомо не сводимыми (по крайней мере априорно в содержательном плане) к единой полезностной мере.

Отмеченное обстоятельство касается управления во всех сферах — технической, финансово-экономической, информационной и т.д.

Более того, иногда возникает общеизвестный эффект «проклятия размерности», когда в рассматриваемой области количество критериев оптимизации становится практически необозримым для управленческого персонала (известны разработки, в которых, например, предлагается вводить иррациональное количество показателей состояния предприятия — до 1000). И этот персонал, сознательно или подсознательно, но все равно субъективно выделяет подмножество критериев оптимизации, на которое в действительности и ориентируется при обосновании и принятии управленческих решений.

Тем самым очень существенно редуцируется мерность пространства критериев оптимизации. Очевидно, что в условиях реализации современной специфики отечественных авиационной и ракетно-космической сфер управленческий персонал склонен игнорировать в первую очередь финансово-экономическую полезность управления, ориентируясь на государственный патернализм.

В авиационно-космической сфере можно выделить три принципиальных вида оптимизации — на конечном множестве вариантов управленческих решений, на счетном множестве и на множестве мощности континуума. В первом случае при оптимизации определяется ранжировочное доминирование, а во втором и в третьем случаях находится некоторый предпочтительный вариант управленческого решения из числа рассмотренных (или, возможно, получается, что управленческое решение является пустым).

Соответственно во всех случаях возникает ситуация, когда критерий оптимизации управленческих решений в авиационно-космической сфере принимает характер группы компонент, или, в другой трактовке, имеет место группа критериев оптимизации: возникает так называемая «поликритериальность» (встречающийся у некоторых авторов термин «многокритериальность» не очень удачен, так как понятие «много» может быть неясным или фразеологически неуместным).

Следует отметить, что повсеместно распространенным является случай, когда критерии оптимизации имеют метрический характер. Интересный и малоисследованный случай неметрических критериев или смеси метрических и неметрических критериев оптимизации выведем за рамки данного обсуждения, сделав вообще-то не слишком сильное допущение, что имеет место некоторая группа из n метрических критериев оптимизации: K_1, \dots, K_n .

Будем также считать, что критерии оптимизации определены технически строго — их множество конечно, сами они определены в содержательном аспекте корректно (представительны) и допускают точное оценивание (являются детерминированными или могут быть сведены к таковым из областей стохастических и неопределенностных характеристик, имеют первичный информационный базис, а процедура их оценивания технически реализуема, в том числе в плане сходимости, и приемлемо ресурсоемка).

Разумеется, формализованное представление группы критериев оптимизации осуществлялось и соответственно стало известно достаточно давно: по

меньшей мере, с середины XX века начали интенсивно развиваться формализационные построения в области так называемой теории полезности. Во многом этому способствовали успехи в развитии теории множеств, достигнутые несколько ранее. И уже на рубеже 1960-х годов такие представления стали в некотором роде интерпретационной обыденностью. В начале 1960-х без таких представлений не обходилось ни одно минимально квалифицированное исследование в области теории управления.

Однако представление групп критериев оптимизации (иногда их не очень удачно именуют критериями оптимальности или критериями эффективности) стало в некотором смысле хрестоматийным, общепринятым и, в общем-то, в достаточной мере устраивало и теоретиков, и прикладников, а также практикующих управленцев. Появились своего рода «кальки» представления критериев оптимизации, хотя нередко и не очень грамотно сформированные. Анализ научной литературы, отчетов о НИР и диссертаций показывает, что здесь приходится сталкиваться не только с примерами математической культуры, но и математических субкультур. Применяемые методы решения оптимизационных управленческих задач вполне приемлемо корреспондировались с этими представлениями, в том числе в рамках широко применяемых ныне сред математического моделирования и программирования типа, например, Mathcad и Matlab, поддерживающих решение широкого круга оптимизационных задач.

Несмотря на существование вроде бы устраивающей основную массу исследователей ситуации, представляется, что имеет право на существование некая концептуальная идея диверсификации представлений (интерпретаций) группы критериев оптимизации, в том числе вводимых при выполнении разработок управленческой направленности в авиационно-космической сфере. Эта идея подпитывается, во-первых, некоторыми соображениями фундаментального характера, которые аксиоматично ориентируют на введение возможно полной и корректной типологии формализованных представлений (интерпретаций). В данном случае знание рассматривается как самоценностный объект. Во-вторых, с прикладной точки зрения, в различных областях математической модельной идентификации и алгоритмизации просматриваются существенные подвижки, которые могут привести к созданию инструментария, позволяющего по-новому трактовать управленческие ситуации и находить решение оптимизационных управленческих задач на базе

концептуально новых математических методов — численно или даже в конечном виде. В этом смысле видится уместным привести пример продуктивности перехода от представления динамических объектов через интегро-дифференциальные уравнения к их представлению с помощью преобразования Лапласа, порождающего операторное представление. Схожая ситуация наблюдалась и в физике, когда, например, были введены две общеизвестные формы представления уравнений Максвелла.

Соответственно рассматривается одно из направлений так называемого критериального проектирования систем управления.

Вместе с тем обобщаемые или вновь вводимые интерпретации критериев оптимизации управленческих решений в авиационно-космической сфере должны удовлетворять некоторым требованиям, дабы не была нарушена корректность представления этой групп критериев оптимизации. К сожалению, проблема генерирования требований к представлению критериев оптимизации практически не обсуждается научным сообществом, в связи с чем вполне возможно появление некорректных представлений.

К числу этих требований отнесем следующие, отталкиваясь от того, что это представление должно обеспечивать, во-первых, воспринимаемость научными исследователями и управленческим персоналом с неуникальной квалификационной подготовкой и, во-вторых, применимость методов и алгоритмов решения оптимизационных задач:

- соответствие базовым основам научного познания;
- универсальность в отношении количества и содержательного определения критериев оптимизации, а также применяемых процедур их оценивания;
- сохранение последовательности позиционирования критериев оптимизации;
- сохранение размерностей исходных критериев оптимизации;
- исключение введения зависимости исходных критериев оптимизации;
- сохранение взаимной приоритетности исходных критериев оптимизации;
- обеспечение аддитивности представления (допустимости покомпонентного суммирования);
- использование конструкций научных теорий, в рамках которых возможно возникновение методов решения оптимизационных задач;
- применимость для корректного представления процедуры скаляризации векторного критерия оптимизации.

Следует отметить, что введенное ниже типологическое многообразие сформировано в ходе проведенных исследований эмпирически. Доказательства его полноты или неполноты получено не было. Тем не менее, оно видится открытым.

Представляется, что группа критериев оптимизации управленческих решений, по крайней мере в авиационно-космической сфере, может быть представлена (интерпретирована) посредством применения следующих концептуальных схем:

— концептуальная схема на базе теории множеств. В этом случае исходная группа критериев оптимизации K_1, \dots, K_n представляется в виде множества K , такого, что исходные критерии оптимизации объявляются непересекающимися одноэлементными подмножествами этого множества:

$$K \equiv \{K_1, \dots, K_n\};$$

— концептуальная схема на базе линейной алгебры. В этом случае группа критериев оптимизации K_1, \dots, K_n представляется в виде вектора \vec{K} , такого, что исходные критерии оптимизации объявляются компонентами векторного критерия:

$$\vec{K} \equiv \{K_1, \dots, K_n\};$$

— концептуальная схема на базе классической алгебры. В этом случае группа критериев оптимизации K_1, \dots, K_n представляется в виде функции K , определенной как многочлен n -й степени условного аргумента A без свободного члена, такого, что

$$K = K_1 A + K_2 A^2 + \dots + K_n A^n;$$

— концептуальная схема на базе теории функции комплексных переменных. В этом случае группа критериев оптимизации K_1, \dots, K_n представляется в виде функции K комплексных переменных i_1, \dots, i_n с параметрами K_1, \dots, K_n , определенной как комплексная переменная без действительной части, такая, что

$$K = K_1 i_1 + K_2 i_2 + \dots + K_n i_n.$$

Естественно, что во всех приведенных интерпретациях предусматривается устремление к экстремуму, который тоже является компонентным (максимумом или минимумом).

Выводы

В рамках формализации управленческих задач, возникающих при управлении в авиационно-кос-

мической сфере, обязательно корректное представление критериев оптимизации управленческих решений. Это представление является непременной составляющей критериального проектирования при синтезе соответствующих систем управления.

Указанное представление в течение исторически длительного периода осуществлялось, причем во многих случаях — достаточно корректно.

Имеется концептуальная идея диверсифицировать представление группы критериев оптимизации. Она видится продуктивной для обеспечения расширения спектра фундаментальных представлений и, возможно, создает потенциал для инклюзивирования методов скаляризации и оптимизации из развивающихся областей научных исследований.

В составе выделенной типологии определены четыре схемы представления, базирующиеся на аппарате теории множеств, линейной алгебры, классической алгебры и теории функции комплексных переменных.

Указанное типологическое многообразие представляется открытым. Доказательства его полноты или неполноты не известны.

Библиографический список

1. *Дмитриев О.Н.* Системный анализ в управлении. — Изд. 5-е. — М.: Доброе слово, 2005. — 197 с.
2. *Демченко О.Ф.* Методология математического моделирования организационных структур авиационно-промышленного комплекса Российской Федерации. — М.: КноРус, 2011. — 315 с.
3. *Егоров М.М.* Организационно-экономический механизм муниципального инкубационного управления малыми предприятиями промышленности региона (на примере города Улан-Удэ) // Дисс. ... канд. экон. наук, 08.00.05. — М., 2006. — 204 с.
4. *Пилюгина Н.Ю.* Механизм бюджетного программирования промышленного территориального комплекса муниципального образования России // Дисс. ... канд. экон. наук, 08.00.05. — М., 2009. — 251 с.
5. *Дубовик М.В.* Методология формирования стратегии управления контрагентской конкурентоспособностью промышленного комплекса города на мезоуровне // Дисс. ... докт. экон. наук, 08.00.05. — М., 2011. — 385 с.
6. *Дмитриев О.Н.* Концептуальные проблемы обоснования третейских управленческих решений в экономике // Труды МАИ. 2011. №49. URL: http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=28122&PAGEN_2=2.
7. *Бодрунов С.Д., Дмитриев О.Н., Ковальков Ю.А.* Авиационно-промышленный комплекс России на рубеже XX века: проблемы эффективного управления: В 2-х кн. — СПб.: Корпорация «Аэрокосмическое оборудование», 2002. — Кн. 1 — 549 с.; кн. 2 — 475 с.

TYPOLOGY OF CONCEPTUAL SCHEMES NOTATION OF MULTI-CRITERION MANAGEMENT DECISIONS OPTIMIZATION PROBLEMS IN AEROSPACE SECTOR

Dmitriev O.N.

*Moscow Aviation Institute (National Research University),
MAI, 4, Volokolamskoe shosse, Moscow, A-80, GSP-3, 125993, Russia
e-mail: olegdmitriev@yandex.ru*

Abstract

The aerospace sector features a highly considerable specifics and types spectrum of management problems. Among these problems the presence of management decisions optimization problems is mandatory. Correspondingly, management goals in aviation and space-rocket sectors are diversified, heterogeneous in dimension, conflict and knowingly irreducible to a single utility measure. Thus, in all cases the multicriteriality occurs.

A certain conceptual idea of a group of optimization criteria notations (interpretations) diversification has the right to existence.

In various fields of mathematical modeling identification and algorithm presentation significant progress can be observed, which may lead to creation of tools allowing newly interpret management situations and find new solutions for management optimization problem, based on conceptually new mathematical methods, namely numerically or even of closed form.

The requirements on presentation include:

- Correspondence to the basic fundamentals of scientific cognition;
- Universality with relation to number and conceptual definition of optimization criterions, as well as procedures applied for their evaluation;
- Keeping the sequence of optimization criteria positioning;
- Keeping the dimensionality of original optimization criterions;
- Keeping mutual priority of original optimization criterions;
- Ensuring representation additivity (componentwise addition feasibility);
- Using such structures of scientific theories within which frameworks the inception of solving optimization problems methods is possible;
- Vector optimization criterion applicability for correct scalarization procedure.

The group of management decisions optimization criterions in aerospace sector can be represented (interpreted) by implementation of the following conceptual schemes:

— Conceptual scheme based on the theory of sets. In this case, the original group of optimization K_1, \dots, K_n criteria is presented in the form of a set K , such that the original optimization criteria are declared disjoint singleton subsets of this set:

$$K \equiv \{K_1, \dots, K_n\};$$

— Conceptual scheme based on linear algebra. In this case, the group of optimization K_1, \dots, K_n criteria is presented in the form of a vector \vec{K} , such that the original optimization criteria are declared components of vector criterion:

$$\vec{K} \equiv \{K_1, \dots, K_n\};$$

— Conceptual scheme based on the classical algebra. In this case, the group of optimization K_1, \dots, K_n criteria is represented as a function K , defined as n -th degree polynomial of conditional argument A without constant term, such that:

$$K = K_1 A + K_2 A^2 + \dots + K_n A^n;$$

— Conceptual scheme based on the theory of functions of complex variables. In this case, the group of optimization K_1, \dots, K_n criteria is presented in the form of functions K of complex variables i_1, \dots, i_n with parameters K_1, \dots, K_n , defined as a complex variable without the real part, such that:

$$K = K_1 i_1 + K_2 i_2 + \dots + K_n i_n.$$

It is obvious, that all abovementioned interpretations provide for the tend to the extremum, which is also a component (maximum or minimum).

Keywords: aviation, astronautics, decision substantiation, usefulness, interpretation, formalization, optimization criterion, optimization.

References

1. Dmitriev O.N. *Sistemnyi analiz v upravlenii* (System analysis in management), Moscow, Dobroe slovo, 2005, 197 p.
2. Demchenko O.F. *Metodologiya matematicheskogo modelirovaniya organizatsionnykh struktur aviatsionno-promyshlennogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii* (Methodology of mathematical modeling of organizational structures for aviation industrial complex of the Russian Federation), Moscow, KnoRus, 2011, 315 p.
3. Egorov M.M. *Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm munitsipal'nogo inkubatsionnogo upravleniya malymi predpriyatiyami promyshlennosti regiona (na primere goroda Ulan-Ude)* (Organizational and economic mechanism of management concerning municipal incubation of small enterprises industry in the region (on the example of the city of Ulan-Ude). Doctor's thesis, Moscow, MAI, 2006, 204 p.
4. Pilyugina N.Yu. *Mekhanizm byudzhethnogo programmirovaniya promyshlennogo territorial'nogo kompleksa munitsipal'nogo obrazovaniya Rossii* (The mechanism of budgetary programming of territorial-industrial complex of the municipal formation in Russia). Doctor's thesis, Moscow, MAI, 2009, 251 p.
5. Dubovik M.V. *Metodologiya formirovaniya strategii upravleniya kontragentskoi konkurentospobnost'yu promyshlennogo kompleksa goroda na mezourovne* (Methodology for developing strategies for managing counterparty competitiveness of the industrial complex of the city at the meso-level). Doctor's thesis, Moscow, MAI, 2011, 385 p.
6. Dmitriev O.N. *Trudy MAI*, 2011, no. 49, available at: http://www.mai.ru/science/trudy/eng/published.php?ID=28122&PAGEN_2=2 (accessed 27.12.2011).
7. Bodrunov S.D., Dmitriev O.N., Koval'kov Yu.A. *Aviatsionno-promyshlennyi kompleks Rossii na rubezhe XX veka: problemy effektivnogo upravleniya* (Aviation industrial complex of Russia at the turn of XX century: problems of efficient management), St.-Petersburg, Korporatsiya "Aerokosmicheskoe oborudovanie", 2002, book 1 – 549 p., book 2 – 475 p.