

И. Г. Мороз-Подворчан

Об одном подходе к верификации критериальных правил выбора проектных решений

(Представлено академиком НАН Украины В. И. Скурихиным)

Розглядаються верифікаційні можливості задачного підходу до вибору проектних рішень відносно критеріального підходу.

Под проектированием (ряд релевантных вопросов рассмотрен, в частности, в [1–6]) понимается разработка по осуществлению некоторого креативного замысла (проекта) в соответствии с принимаемым целенесущим правилом, которое ориентирует данное проектирование. Результатом проектирования (если это оказывается конкретно возможным) служит проектное решение (множество проектных решений) R , выбираемое по требованиям W указанного правила из множества G рассматриваемых вариантов V , которые описываются совокупностями своих значащих характеристик θ

$$WG(V(\theta)) \rightarrow R; \quad G \supseteq R.$$

Необходимость продуктивного выбора проектных решений, особенно в высокоответственных областях (оборона, экология, экономика, энергетика и т. п.), где цена ошибок в ориентации проектирования — в установлении реализуемой цели — может быть недопустимо большой и актуализирует поиск не только новых правил выбора, но и способов проверки состоятельности имеющихся правил.

В этом плане рассмотрим свойства широко распространенных (в том числе по причине удобства математического оперирования) критериальных правил выбора E_k , отмечая то, что может привести к необходимости указанной верификации. В качестве контекстно представительного примера используем один критериальный функционал K , ассоциируемый с понятием “многокритериальной оптимизации”.

$$K: \max Q; \quad Q = \sum_m \alpha_i A_i - \sum_n \beta_j B_j; \quad A_i \in A; \quad B_j \in B; \quad A, B \in \theta;$$

$$\sum_m \alpha_i + \sum_n \beta_j = 1; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad m, n = 1, 2, \dots,$$

где $\alpha_i = \alpha_i(A_{1,m}, B_{1,n})$; $\beta_j = \beta_j(A_{1,m}, B_{1,n})$.

Его суть структурно состоит в установлении некоторого целевого показателя, некоторой интегральной характеристики объекта проектирования Q , комбинационно зависящей от других характеристик θ , а функционально — в определении того варианта проекта R из множества G (оптимального решения в смысле данного критерия K), на котором достигается максимальное значение Q . При этом Q возрастает с ростом значений “положительных характеристик” A (“приобретений”, например прибыль и скорость ее получения в экономике [7]) и убывает с ростом значений “отрицательных характеристик” B (“потерь”, например начальных затрат и затрат на уменьшение рисков в той же экономике).

Основная гипотеза критериального подхода заключается в утверждении о достаточности его инструментальных возможностей для правильного выбора проектных решений, имея в виду достаточную выразительность такой формы и достаточную информативность данных, наполняющих эту форму, для установления цели выбора, адекватной данной ситуации. При этом неявно предполагается, что для любой ситуации есть потенциальная возможность построить соответствующий критериальный функционал и что для эффективного оперирования таким правилом выбора достаточно пользоваться некоторой ограниченной информацией в объеме, меньшем, чем вся релевантная информация о ситуации.

Последнее означает, что при установлении целевого показателя, участвующих характеристик и коэффициентов соотносительной значимости характеристик в условиях, когда не учитывается специфическая информация о данной конкретной ситуации и когда произвольно руководствуются “общими соображениями”, т. е. когда возможны элементы домысливания и угадывания, и поэтому, когда критерии фактически вводятся, а не выводятся, не исключено, что оптимальные решения в смысле данных критериев (в первую очередь это касается новых сложных ситуаций) могут оказаться существенно неадекватными. Выделяющейся причиной возможной неадекватности служит свойство критериальных правил выбора всегда (за исключением случаев с ограничениями на значения участвующих составляющих) для любого непустого множества рассматриваемых вариантов находить ненулевые решения.

В целом здесь — при условии корректного формального оперирования критериальными правилами — к получаемым результатам применимо высказывание Е. С. Вентцель [3]: “правильное решение произвольно поставленной задачи”.

В принципиальное отличие от критериального подхода, основная гипотеза задачного подхода заключается в утверждении, что для повышения правильности выбора проектных решений (насколько об этом можно судить на уровне имеющихся знаний и принятых положений) необходимо пользоваться всей релевантной информацией, порождаемой данной конкретной ситуацией. При этом содержание ситуации рассматривается как условия задачи проектирования, решением которой (если это оказывается конкретно возможным) является проектное решение. Эти условия формулируются в виде области D [1, 2, 8], в которой по определению и по сути содержатся все значимые исходные требования к свойствам (характеристикам) искомого проекта. Содержательно D имеет смысл “области допустимых значений параметров данной задачи”, а структурно имеет вид множества векторов требований к характеристикам θ , упорядоченного по предпочтению и эквивалентности [9]. В простых ситуациях положительные и отрицательные результаты проектирования интерпретируются соответственно “попаданием” и “непопаданием” в эту область непосредственно, а в сложных (когда, например, проектируются объекты системной природы — многосвязные, многоступенчатые и т. д.) — проектирование превращается в многоэтапную формально-творческую процедуру, которая в нетривиальных случаях приобретает черты научно-исследовательского процесса, возможно, с определяющей ролью “человеческого фактора” и ядром которой служат этапно-фазовые преобразования начально задаваемой области D [10].

Простейший типовой пример области D , определенной в пространстве параметров задачи P_1 и P_2 — начальных требований к двум положительным характеристикам проектного решения, подробно рассмотрен в работе [8]. (Необходимо пояснить, что исторически сложилось так, что задачный подход к обоснованию выбора проектных решений разрабатывался применительно к актуальному на то время направлению создания автоматизированных систем особого назначения, в частности на уровне специализированных ЭВМ [10], а затем его

базовые методические положения были естественным образом распространены на предрасположенные системные объекты широкой природы.)

Характер оперирования целевыми требованиями в рамках задачного подхода, в принципе отличный от подобного оперирования в рамках критериального подхода, отчетливо проявляется на этапах общей процедуры направленного перехода от представлений об исходной ситуации, в которой проводится выбор проекта, к представлениям об искомым свойствах этого проекта. Совокупность действующих положений (что служит контекстным уточнением [8]) следующая.

1. Множество характеристик объекта проектирования

$$\theta = \{\theta_g\}; \quad g = 1, 2, \dots, m + n.$$

2. Множество значений характеристик

$$\theta_g = \theta_{g_1}, \theta_{g_2}, \dots$$

3. Множество вариантов объекта

$$G = \{V_z(\bar{\theta}_{z,g})\}; \quad \bar{\theta}_{z,g} \in \{\theta_g\}; \quad z = 1, 2, \dots$$

4. Вектор значений характеристик

$$\bar{\theta}_{z,g} = (\theta_{z,1}, \theta_{z,2}, \dots, \theta_{z,m+n}).$$

5. Множество требований к характеристикам

$$\{W_d(\theta)\} \leftrightarrow I; \quad [\{W_d(\theta)\}\{V_z(\bar{\theta}_{z,g})\}] \rightarrow R_{I,G}; \quad d = 1, 2, \dots, U.$$

6. Вектор требований к значениям характеристик

$$\bar{W}_{d,g}(\bar{\theta}_{z,g}) = (w_{d,1}(\theta_{z,1}), w_{d,2}(\theta_{z,2}), \dots, w_{d,m+n}(\theta_{z,m+n})).$$

7. Два вида характеристик и требования к ним

$$A, B \in \theta; \quad A = \{A_i\}_m; \quad B = \{B_j\}_n; \quad i + j = g;$$

$$\bar{A}_{z,i} = (a_{z,1}, a_{z,2}, \dots, a_{z,m}); \quad \bar{B}_{z,j} = (b_{z,1}, b_{z,2}, \dots, b_{z,n});$$

$$W_{d_1}(A), W_{d_2}(B) \in W(\theta); \quad d_1 = d_2 = d;$$

$$\bar{W}_{d_1,i}(\bar{A}_{z,i}) = (w_{d_1,1}(a_{z,1}), w_{d_1,2}(a_{z,2}), \dots, w_{d_1,m}(a_{z,m}));$$

$$\bar{W}_{d_2,j}(\bar{B}_{z,j}) = (w_{d_2,1}(b_{z,1}), w_{d_2,2}(b_{z,2}), \dots, w_{d_2,n}(b_{z,n})).$$

8. Сопоставление векторов требований и характеристик

$$\varphi_{d_1,a_i} = a_{z,i} - w_{d_1,i}(a_{z,i}); \quad \psi_{d_2,b_j} = b_{z,j} - w_{d_2,j}(b_{z,j});$$

$$(\varphi_{d_1,a_i} \geq 0) \vee (\varphi_{d_1,a_i} < 0); \quad (\psi_{d_2,b_j} \leq 0) \vee (\psi_{d_2,b_j} > 0);$$

$$a_{z,i}, b_{z,j}, w_{d_1,i}(a_{z,i}), w_{d_2,j}(b_{z,j}) > 0.$$

9. Условия положительных и отрицательных проектных решений

$$\exists V_z \in G_{A,B}, \quad [(\varphi_{d_1,a_i} \geq 0) \wedge (\psi_{d_2,b_j} \leq 0)] \rightarrow R_{I,G} \neq \emptyset;$$

$$\forall V_z \in G_{A,B}, \quad [(\varphi_{d_1,a_i} < 0) \vee (\psi_{d_2,b_j} > 0)] \rightarrow R_{I,G} = \emptyset.$$

Рассмотренная феноменология критериальных функционалов K делает их построение искусством, и установление и реализация таким путем в проектах цели выбора обусловливаются качеством влияющего человеческого фактора. Построение целенесущей области D и реализация ее требований также являются искусством со своими элементами домысливания, однако искусством сравнительно более высокого уровня, базирующегося на большем объеме более глубоких знаний о ситуации, порождающей данный выбор, и на профессиональном умении оперировать специализированной релевантной информацией.

Приведенное сопоставление (служащее кратким изложением соответствующего аспекта ряда перечисленных выше работ) показывает, что более сложный в исполнении, “не всегда результативный” и обладающий недостатками в плане формализации задачный подход по существу рассматриваемого вопроса предпочтительнее ясного, “всегда результативного” и лучше формализуемого, но не всегда адекватного конкретным ситуациям критериального подхода. По этой причине именно задачный подход следует расценивать как верификационное средство критериального подхода к выбору проектных решений, как средство тестирования на правильность результатов применения критериального подхода.

1. Мороз-Подворчан И. Г. К вопросу об оптимальном выборе // Кибернетика. – 1988. – № 5. – С. 78–82.
2. Мороз-Подворчан И. Г. Об обосновании выбора ЭВМ // Там же. – 1983. – № 5. – С. 6–9.
3. Исследование операций. Методологические аспекты / Под ред. А. А. Ляпунова. – Москва: Наука, 1972. – 136 с.
4. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи. Принципы. Методология. – Москва: Наука, 1980. – 208 с.
5. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. – Москва: Наука, 1981. – 488 с.
6. Мороз-Подворчан И. Г. О применении критериев выбора ЭВМ // Кибернетика. – 1983. – № 4. – С. 66–68.
7. Мэнкью Г. Макроэкономика. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1994. – 756 с.
8. Мороз-Подворчан И. Г. О начальном этапе обоснованного проектирования ЭВМ в рамках задачного подхода // Кибернетика и систем. анализ. – 2000. – № 2. – С. 174–179.
9. Мороз-Подворчан И. Г. Об одном порядке на множестве проектных требований к характеристикам специализированных ЭВМ // Доп. НАН України. – 2001. – № 9. – С. 93–95.
10. Мороз-Подворчан И. Г. Проблема обґрунтування вибору характеристик ЕОМ реального часу для розв’язання задач керування та обробки даних: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук; 05.13.13. – Київ: ІК НАН України, 2006. – 32 с.

*Институт кибернетики им. В. М. Глушкова
НАН Украины, Киев*

Поступило в редакцию 05.02.2009

I. G. Moroz-Podvorchan

On an approach to the verification of criteria rules in the choice of design decisions

The verification possibilities of a problem approach to the choice of design decisions relative to the criteria approach are considered. This research increases the adequacy of relevant ideas.