

Анотація. Розглядаються критеріальний і задачний підходи до обґрунтування вибору проектних рішень. Указуються основні відмінності цих методів стосовно структури та інструментальних можливостей. Показано, що в загальному випадку задачний підхід є ефективнішим, ніж критеріальний.

Ключові слова: проектування, прийняття рішень, обґрунтування вибору, критеріальний підхід, задачний підхід.

Аннотация. Рассматриваются критериальный и задачный подходы к обоснованию выбора проектных решений. Указываются основные различия этих методов по структуре и инструментальным возможностям. Показано, что в общем случае задачный подход более эффективен, чем критериальный.

Ключевые слова: проектирование, принятие решений, обоснование выбора, критериальный подход, задачный подход.

Abstract. The criterion and comprehensive approaches to substantiation of the choice of designed decisions are considered. It is pointed out the principal differences of these methods concerning structure and instrumental possibilities. It is showed that in a general case the comprehensive approach is more efficient than criterion one.

Keywords: designing, decision making, choice substantiation, criterion approach, comprehensive approach.

1. Введение

Поиск доводов в пользу выводов является неотъемлемой чертой разумного поведения, особенно востребованного в высокоответственной деятельности. В зависимости от плоскости рассмотрения и от предметной области используемые методы (подходы) приобретают определенную специфику. Так, обоснование выбора широко понимаемых проектных решений имеет следующую общую схему: устанавливается цель выбора – цель проектирования, заключающаяся в придании проекту требуемых свойств (показателей, характеристик), и ищутся средства достижения этой цели. Более содержательно: формируются целевые требования W к показателям θ , которые описывают варианты (конкурирующие проектные решения) V , составляющие рассматриваемое множество G , и выбираются подходящие решения R (если это оказывается возможным):

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

К объектам проектирования относятся и вычислительные системы (в том числе в трактовке [1]). С другой стороны, эти системы, при условии достаточной сложности (многоуровневости, многопараметричности, многовариантности и т.п.), могут служить эталонными объектами для выработки ряда обобщающих положений в обосновании выбора.

Задающим в обоснованном проектировании являются требования, и вопросы корректного их формирования и реализации необходимо относить к центральным при создании практически полезных теорий.

2. Изложение материала

Рассмотрим существующий и развивающийся аппарат, в первую очередь придерживаясь русла идей В.М. Глушкова [2, 3], который в последние годы жизни интенсивно разрабаты-

вал данное направление, хорошо понимая перспективу полученных здесь результатов для эффективных исследований обоснованности проектов разного назначения и разного уровня, – вплоть до общегосударственного. Выделим два подхода к обоснованию выбора: критериальный и задачный [2–6] и покажем их основные различия в структуре и инструментальных возможностях.

В методическом плане эти подходы различаются способами (правилами) упорядочения вариантов, составляющих G , по их соответствию данной цели. Обоснованность выбора R будет тем выше, чем больше указанное соответствие. Для критериальных правил выбора K в каждой самостоятельной ситуации устанавливается (вводится) свой целевой показатель (оптимизируемый критерий) Q , функционально зависящий от θ и являющийся индикатором качества рассматриваемых (в общем случае путем перебора) вариантов V в смысле соответствия принимаемой цели. Выбирается тот вариант (конкретно оптимальный вариант), для которого этот показатель будет наибольшим.

Распространены критерии (критериальные функционалы) эффективности проектов, когда значения целевых показателей возрастают с ростом значений «положительных характеристик» A («приобретений», например, прибыль и скорость ее получения в экономике [7]) и убывают с ростом значений «отрицательных характеристик» B («потерь», например, начальных затрат и затрат на уменьшение рисков в той же экономике). Одна из конструкций функционала такого рода выглядит следующим образом:

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

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

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

Правила K , реализуемые в функционалах Q , линейно (с точностью до совпадений) упорядочивают G , выражая меру превосходства одних составляющих вариантов перед другими. Структурно Q является избранной характеристикой проекта, так комбинационно зависящей от совокупности «простых» характеристик θ .

Очевидное усиление критериального подхода связывается с правилами K^* , реализуемыми в функционалах Q^* , которые комбинационно зависят не только от характеристик θ , но и от требований к этим характеристикам $W(\theta)$. Такие правила упорядочивают G , выражая не только меру превосходства вариантов проектов, но и меру их соответствия задаваемым требованиям. Одна из конструкций Q^* [5] выглядит так:

$$K^* : \max Q^*; \quad Q^* = \frac{\sum_m \alpha_i^* \frac{A_i}{W_i(A_i) - A_i}}{\sum_n \beta_j^* B_j (B_j - W_j(B_j))}; \quad W_i(A_i) - A_i \neq 0; \quad B_j - W_j(B_j) \neq 0,$$

$$\alpha_i^* = \alpha_i^*(A_{1,m}, B_{1,n}, W_{1,m}(A_{1,m}), W_{1,n}(B_{1,n})),$$

$$\beta_j^* = \beta_j^*(A_{1,m}, B_{1,n}, W_{1,m}(A_{1,m}), W_{1,n}(B_{1,n})).$$

Значения Q^* , с одной стороны, возрастают с ростом значений A и убывают с ростом значений B , а с другой стороны, возрастают с повышением соответствия A и B требованиям $W(A)$ и $W(B)$.

Узким местом для построения K и K^* и для применения Q и Q^* является установление значений коэффициентов α, β и α^*, β^* , что совершенно очевидно зависит от конкретных ситуаций. По-видимому, для каждой ситуации – после ее детального рассмотрения – эти значения можно установить достаточно точно, однако создание единого общего алгоритма их установления для нетривиальных ситуаций, скорее всего, является невыполнимой задачей. По этой причине применение критериальных правил выбора со взвешивающими коэффициентами в функционалах оказывается по меньшей мере затруднительным прежде всего там, где правильный выбор особенно важен по существу – при разработке проектов, предназначенных для новых задач в новых условиях.

Другая причина ограничения использования критериального подхода заключается в его свойстве всегда (за исключением случаев с ограничениями на значения критериальных функционалов) для любого непустого множества рассматриваемых вариантов проектов независимо от ситуации приводить к выбору хотя бы одного варианта, оптимального в смысле данного критерия, который, однако, не всегда оказывается подходящим для данной ситуации. Иначе говоря, инструментальные возможности критериального подхода, будучи достаточными для определения „лучшего” варианта проекта, оказываются недостаточными для определения, «хорош» ли этот вариант для конкретного практического использования, что особенно критично при обоснованном проектировании объектов в высокоответственных областях, когда значимость ошибок при выборе велика.

В целом критериальный подход ассоциируется в первую очередь с оперированием уже составленными критериальными функционалами (что имеет свои трудности, для преодоления которых требуется своя интуиция). При этом на втором плане остается само составление последних, что может (например, при ограниченности времени проектирования) увеличить вероятность ошибок при установлении цели выбора, адекватной ситуации, а также превратить указанное оперирование фактически в самоцель.

Перечисленные относительно слабые стороны критериального подхода определяют направление разработки качественно иного подхода к выбору проектных решений, более продуктивного в тех случаях, когда необходимо более полно и более точно передать в требованиях к разрабатываемому проекту сущность конкретной ситуации выбора – обстановки, в которой должен «нормально» функционировать данный объект. Например, это касается проектирования специальных систем управления и обработки данных достаточно сложной структуры, где фигурируют комплексы процессов, распределенных в пространстве и во времени, и где значительные отклонения от нормы недопустимы из-за возможности возникновения негативных последствий критической значимости, вплоть до катастрофических. (Строго говоря, определенные черты данного подхода присутствуют у K^* , Q^* в виде требований к значениям характеристик θ , что было предложено в свое время автором [5] в качестве усиления K и Q . Однако проектирование указанных выше объектов нуждается в большем.)

В принципиальное отличие от основной гипотезы критериального подхода, утверждающей, что для состоятельного (безошибочного) выбора достаточно пользоваться лишь некоторой ограниченной, но предположительно представительной информацией о ситуации выбора в объеме, существенно меньшем, чем вся релевантная информация, основная гипотеза задачного подхода состоит в утверждении, что для повышения состоятельности (применительно к задачному подходу уместнее сказать – для повышения уровня обоснованности) выбора проектных решений необходимо увеличивать объем использования более глубокой релевантной информации о ситуации выбора и уменьшать ее возможные потери при преобразованиях. Различия в содержании гипотез сопровождаются различиями в структуризации исходных данных для обоснованного проектирования. Так, если следованию первой гипотезе характерно оперирование непрямыми требованиями к свойствам

объекта проектирования, например, при использовании взвешивающих коэффициентов в критериальных функционалах (о чем упоминалось ранее), что очевидно влечет за собой возможность потерь полезной информации, то следованию второй гипотезе характерно оперирование прямыми требованиями, непосредственно вытекающими из самой ситуации выбора, что также очевидно влечет за собой возможность по меньшей мере снижения указанных потерь.

Исторически разработка комплекса положений задачного подхода проводилась автором в первую очередь применительно к обоснованному выбору характеристик проектируемых вычислительных систем переработки информации, в том числе для высокоответственного использования, что отразилось на глубине исследований, их акцентах и терминологии. Однако, независимо от проблемной специфики, базовым элементом задачного подхода служит так называемая область допустимых значений параметров решения данной задачи в данных сопровождающих условиях – область D [5, 6], в которой, по определению, находится вся существенная исходная информация для целенаправленного проектирования. Содержательно D представляет собой требования к значениям характеристик искомого объекта проектирования, соответствующие данной ситуации выбора, а структурно – множество (без потери общности – конечное множество) векторов, компоненты которых соответствуют составляющим совокупности характеристик, описывающих объект. Применительно к техническим объектам область D имеет смысл технического задания (ТЗ) на проектирование – процесс придания искомому объекту требуемых свойств-характеристик (насколько это оказывается конкретно возможным), что в принципе распространимо на объекты широкой природы.

Не повторяя изложения положений задачного подхода, которые достаточно подробно освещены в ряде работ автора (их перечень применительно к обоснованному проектированию ЭВМ приведен в [8]), кратко подчеркнем несколько моментов, сопоставляющих аппарат задачного подхода с аппаратом критериального подхода.

Первое. Порядок на множестве составляющих область D векторов требований W к характеристикам θ [8]:

$$W = W(\theta); D = D(W(\theta)); D \leftrightarrow M; M = \{W\}_N.$$

Порядок множеств M из N векторов W определяется комплексом положений, понятийно близких к изложенным в [9] и [10].

1. Отношение порядка ρ – предпочтение или эквивалентность:

$$\rho: \succ.$$

2. Транзитивность:

$$[W_a \succ W_b; W_b \succ W_c] \rightarrow W_a \succ W_c; W_a, W_b, W_c \in M.$$

3. Антисимметричность:

$$[W_a \succ W_b \succ \dots \succ W_f; W_b \succ W_a \succ \dots \succ W_f; \dots; W_f \succ \dots \succ W_b \succ W_a] \rightarrow$$

$$\rightarrow W_a \sim W_b \sim \dots \sim W_f; W_a, W_b, \dots, W_f \in M.$$

4. Строки S :

$$S = \{S_i\}_1^H; S_i = (W_{i,1} \sim \dots \sim W_{i,j}); j = 1, 2, \dots, N; W_{i,\overline{1,j}} \in M.$$

5. Уровень U :

$$U = 1, 2, \dots, H; \quad H = 1, 2, \dots, N; \quad S_i = S^H.$$

6. Верхняя и нижняя границы L_1 и L_2 :

$$L_1 = S^1; \quad L_2 = S^H.$$

Исходя из некоторых аналогий и терминологического удобства, данный порядок назван квазилинейным. В рамках этих же аналогий линейный порядок рассматривается как частный случай квазилинейного.

Второе. Рабочая интерпретация области D – так называемая иерархия требований I . Данная иерархия образуется при применении к множеству M положений 1–6 [8]:

$$M \leftrightarrow I; \quad I = I(W) = I(W(\theta));$$

$$I(W(\theta)) : \left(\begin{array}{l} (W_1^1(\theta) \sim W_2^1(\theta) \sim \dots \sim W_d^1(\theta)) \succ \\ \succ (W_1^2(\theta) \sim W_2^2(\theta) \sim \dots \sim W_e^2(\theta)) \succ \\ \succ \dots \dots \dots \succ \\ \succ (W_1^H(\theta) \sim W_2^H(\theta) \sim \dots \sim W_h^H(\theta)); \\ d + e + \dots + h = N. \end{array} \right.$$

Третье. Многоэтапное преобразование области D – ТЗ на проектирование [8]. Постепенный переход от представлений об объекте проектирования в понятиях его пользователей к представлениям о нем в понятиях разработчиков с формированием соответствующих множеств вариантов решений и вытекающих из них очередных иерархически организованных требований:

$$[I_1 G_1 \rightarrow R_1; R_1 \rightarrow I_2] \rightarrow [I_2 G_2 \rightarrow R_2; R_2 \rightarrow I_3] \rightarrow \dots$$

Четвертое. Основная этапная операция, состоящая в последовательном предъявлении требований I , начиная с первой строки (и при необходимости далее), к составу G до получения положительного R (если это конкретно возможно). Действующие положения здесь таковы [8]:

1. Множество характеристик объекта:

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

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:

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

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. Характеристики функционирования и затрат, требования к ним:

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

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

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

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

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

8. Сопоставление векторов требований и характеристик:

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

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

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

9. Условия положительных и отрицательных решений:

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

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

Пятое. Углубление предпосылок. Область D рассматривается как решение R^1 некоторой задачи более высокого уровня с областью D^1 , рассматриваемой как решение R^2 задачи еще более высокого уровня с областью D^2 , и т.д. [8]:

$$D = R^1(D^1); D^1 = R^2(D^2); D^2 = R^3(D^3), \dots$$

Шестое. Другие методические приемы повышения достоверности и эффективной организации данных для обоснованного выбора объектов, в том числе с использованием понятий опорных ситуаций и целе-средственных и причинно-следственных структур [8].

3. Заключение

В общем случае применение задачного подхода, наполнение его положений конкретным содержанием является искусством, что особенно заметно в нетривиальных ситуациях и при многоуровневой и многопараметрической структуре объектов проектирования. В целом задачный подход отличается большим «объемом творческой деятельности», и осуществление корректного перехода «от цели к средствам» может оказаться сложным научно-исследовательским процессом, успешность результатов которого существенно обуславливается «человеческим фактором» [8]. Разумеется, в сравнении с «всегда результативным» и поддающимся большей формализации критериальным подходом «не всегда результа-

тивный» и поддающийся меньшей формализации задачный подход выглядит менее привлекательно. Однако его такая сложность служит естественной необходимой платой за повышение уровня обоснованности выбора проектных решений.

Задачный подход был многократно использован при обоснованном проектировании сложных автоматизированных объектов новой техники для специальных применений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капитонова Ю.В. Математическая теория проектирования вычислительных систем / Ю.В. Капитонова, А.А. Летичевский. – М.: Наука, 1988. – 296 с.
2. Глушков В.М. Два універсальні критерії ефективності обчислювальних машин // Доп. АН УРСР. – 1960. – Сер. А. – С. 477 – 481.
3. Глушков В.М. О системной оптимизации / В.М. Глушков // Кибернетика. – 1980. – № 5. – С. 89 – 90.
4. Мороз-Подворчан И.Г. О критериях выбора ЭВМ / И.Г. Мороз-Подворчан // Кибернетика. – 1983. – № 4. – С. 54 – 56.
5. Мороз-Подворчан И.Г. Об обосновании выбора ЭВМ / И.Г. Мороз-Подворчан // Кибернетика. – 1983. – № 5. – С. 6 – 9.
6. Мороз-Подворчан И.Г. К вопросу об оптимальном выборе / И.Г. Мороз-Подворчан // Кибернетика. – 1988. – № 5. – С. 78 – 82.
7. Мэнкью Г. Макроэкономика / Мэнкью Г. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. – 756 с.
8. Мороз-Подворчан И.Г. Проблема обґрунтування вибору характеристик ЕОМ реального часу для розв'язання задач керування та обробки даних: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: 05.13.13 / И.Г. Мороз-Подворчан. – К.: ІК НАНУ, 2006. – 32 с.
9. Скорняков Л.А. Элементы общей алгебры / Скорняков Л.А. – М.: Наука, 1983. – 258 с.
10. Кини Р. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

Стаття надійшла до редакції 19.04.2012