

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

В.В. Кузнецов, У.К. Макуха

Саратовский Государственный Технический Университет

e-mail: u.d1986@mail.ru

Каждое возможное управленческое решение характеризуется определенной степенью достижения цели. В соответствии с этим у ЛПР имеется свое собственное представление о достоинствах и недостатках решений, на основе которых одно решение предпочитается другому. Оптимальным будет такое решение, которое, с точки зрения ЛПР, предпочтительнее другого возможного решения.

Предпочтение – это субъективное мнение человека, выраженное во вполне объективных для него условиях. Предпочтения ЛПР обычно выявляются и формализуются в ходе специальных психологических исследований, опирающихся на результаты когнитивной психологии (изучающей особенности человека воспринимать и перерабатывать поступающую информацию). Результаты длительного исследования поведения людей в самых разнообразных условиях принятия решений позволили сделать важные практические выводы об их возможностях при выполнении тех или иных операций[1]. Оказалось, что допустимыми для человека операциями (которые выполняются им с малым числом ошибок и противоречий) являются, в частности, упорядочение частных показателей качества управления по степеням их важности и сравнение двух альтернативных стратегий управления по какому-либо одному показателю.

Для сложных систем большинство частных показателей качества их управления (критериев) связаны между собой таким образом, что повышение качества по одному критерию ведет к снижению качества по другому. Наличие неоднородных связей между отдельными показателями приводит к необходимости идти на компромисс и выбрать для каждой характеристики не ее оптимальное (например, максимальное) значение, а меньшее, но такое, при котором другие показатели тоже будут иметь приемлемые значения.

Таким образом, не существует управления, наилучшего в не зависящем от ЛПР смысле. Наилучшим может быть управление лишь для данного ЛПР. Другие ЛПР могут в тех же самых условиях предпочесть альтернативные варианты управленческих стратегий. Не существует также оптимального управления, пригодного для всех целей *С* и воздействий на нее внешней среды. Функционирование сложной системы может быть эффективным только для конкретной цели и в конкретных условиях ее достижения.

Решение проблемы корректности выбора критерия превосходства находится различными методами количественной оценки сложных систем, среди которых особенно следует выделить метод векторной (многокритериальной) оптимизации. Он базируется на эвристическом использовании понятия векторного критерия качества функционирования сложной системы, включая в себя алгоритм главного критерия, лексиграфической оптимизации, последовательности уступок, человеко-машинные и др.[2]. При этом многокомпонентный критерий эффективности процессов управления, выраженный через частные показатели, обычно заменяют скалярным на основе какой-либо выбранной функции свертки. Необходимо, разумеется, обосновать саму допустимость операции свертки частных критериев оптимальности.

Известно, что показатели качества управления разделяют на три основные группы[3]: показатели результативности, ресурсоемкости и оперативности. В общем случае разрешается свертка показателей, входящих в обобщенный показатель, для каждой группы отдельно. Свертка показателей из разных групп может привести к потере

экономического смысла обобщенного критерия. Кроме того, определение коэффициентов важности, значимости показателей для ЛПР (т.е. весовых коэффициентов) представляет собой самостоятельную, серьезную исследовательскую проблему, требующую обоснованного решения.

Пусть $X \subset R^m$ – множество допустимых стратегий управления поведением (функционирования) конкретной СЭС: $X = (x_1, \dots, x_m)$, а $K_1, \dots, K_s$ – известный набор целевых функций, частных критериев эффективности процессов ее управления, заданных на множестве X . предположим, что $s > 1$, так как при $s = 1$ задача оптимизации является обычной однокритериальной задачей, например, нелинейного программирования [2]. набор частных критериев образует вектор-функцию $K(x) = (K_1(x), \dots, K_s(x))$.

Задачей векторной оптимизации управления СЭС является ее следующая формулировка: найти такой вектор $x \in X$, который обеспечивает одновременное максимальное (или минимальное) значение всех частных критериев качества управления:

$$\begin{aligned} K_1 \rightarrow \max, \dots, K_s \rightarrow \max \\ x \in X \quad \quad \quad x \in X \end{aligned} \quad (1)$$

Отметим здесь, что любые два векторных критерия $K^k = (\bar{E}_1, \dots, \bar{E}_s)$ и $K^l = (\bar{E}_1^l, \dots, \bar{E}_s^l)$ являются противоречивыми, если $K_i^k \geq \bar{E}_i^l, i \in I_1$, а $K_j^k \geq \bar{E}_j^l, j \in I_2, I_1 \cup I_2 = I = \{1, \dots, s\}$ и по крайней мере одно из таких соотношений является строгим. В случае доминирования K^k над K^l ($K_i^k \geq \bar{E}_i^l, i = 1, \dots, s$) и хотя бы для одного $i \in I$ это неравенство является строгим, альтернативу x^l можно исключить из рассмотрения, так как вектор K^k лучше вектора K^l по всем частным критериям. В этом случае при переходе от критерия K^l к критерию K^k один из частных показателей качества управления не ухудшится, а хотя бы один будет улучшен.

Каждому решению $x \in X$ соответствует одна вполне определенная его оценка $y = K(x) \in Y$. С другой стороны, любой оценке $y \in Y$ отвечают те управления $x \in X$ (их может быть и более одного), для которых $K(x) = y$. Поэтому выбор решения из множества X в указанном смысле равносителен выбору его соответствующей оценки из множества Y .

Будем полагать, что на множествах X и Y указаны отношения строгого предпочтения $\tilde{X}$ и $\tilde{Y}$ соответственно. Каждому управлению $x \in X$ соответствует, как уже отмечалось, определенная его оценка $y = K(x)$ и, наоборот, каждой оценке y соответствует такое управление $x \in X$, для которого $K(x) = y$, поэтому эти отношения согласованы друг с другом: $\overset{y > y'}{Y}$ имеет место тогда и только тогда, когда $\overset{x > x'}{X}$, где $y = K(x)$ и $y' = K(x')$. Поэтому результаты, сформулированные в терминах оценок, могут быть переформулированы в терминах решений, и наоборот.

Рассмотрим две произвольные оценки искомого управления $y, y' \in R^s$, связанные между собой отношением $y \geq y'$ (т.е. $y_i \geq y'_i$ и $y \geq y'$). Задача векторной оптимизации управления СЭС характеризуется тем, что для ЛПР оценка y предпочтительнее оценки y' , если только $y \geq y'$. Иначе говоря, для таких задач считается выполненной следующая аксиома – аксиома Парето [2]: для любых двух направлений $x, x' \in X$ (оценок $y, y' \in Y$), удовлетворяющих неравенству $K(x) \geq K(x')$ ($y' \in Y$), всегда имеет место соотношение $\overset{x > x'}{X} (\overset{y > y'}{Y})$.

Множество оптимальных оценок по отношению к операции $\geq_{opt} \geq Y$ является, как известно, множеством Парето-оптимальных оценок $P(Y)=opt \geq Y$ (для случая $s=1$ отношение $\geq$ переходит в операцию строгого неравенства $>$ для чисел, а Парето-оптимальная оценка совпадает с максимальным значением числового множества $Y \subset R^1$).

Управление $x^* \in X$, для которого справедливо включение $y^* = K(x^*)$ называется Парето-оптимальным или эффективным управлением относительно вектор-функции K на множестве X . множество всех таких управлений принято обозначать символом $P_x(X)$ (для $s=1$ парето-оптимальное управление переходит в определение точки экстремума числовой функции) $K_1(x)$).

Окончательный выбор оптимального управления должен производиться в пределах множества Парето-оптимальных управлений изучаемой ИПС. Все множества $P_x(X)$ оптимального управления деятельностью ИПС быть не может. Достаточным условием оптимальности, по Парето, является следующее утверждение [4]:

Пусть числовая функция $G(x)$, определенная на множестве управлений $X \subset R^m$, является возрастающей по отношению к операции $\geq$ и x^* - точкой максимума функции $G[K(x)] = G[K_1(x), \dots, K_s(x)]$ на множестве X , тогда $x^* \in P_x(X)$.

В качестве возрастающей по отношению к операции $\geq$ функции многих переменных может быть использована, например, традиционная аддитивная целевая функция вида:

$$G(x_1, \dots, x) = \sum_{i=1} w_i K_i \quad (2)$$

если все весовые коэффициенты частных показателей $w_i > 0 (i=1, \dots, m)$. Таким образом, выбрав обобщенный критерий оптимального управления деятельностью СЭС $G[w, K(x)]$ в виде аддитивной скалярной функции (2), приходим от субъективизма при выборе ЛПР предпочтений между векторными критериями K^k и K^l к субъективной оценке численных значений весовых коэффициентов w_i . Здесь свертка показателей основана на использовании принципа справедливой компенсации частных критериев оптимальности.

Сформулируем суть этого принципа: справедливым следует считать такой компромисс, при котором суммарный уровень абсолютного снижения значений одного или нескольких критериев не превышает суммарного уровня абсолютного роста значений других критериев.

Литература

1. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. М.: Наука, 1987, 142 с.
2. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике. М.: Высшая школа, 2002, 288 с.
3. Голубков Е.П. Технология принятия управленческих решений. М.: Дело и сервис, 2005, 544 с.
4. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 1982, 431 с.