УДК 69.05 (075.8): 658: 519.6

Л.Н.ШУТЕНКО, В.И.ТОРКАТЮК, профессора, А.Г.СОБОЛЕВА
Харьковская государственная академия городского хозяйства
К.Н.ВОРОБЬЕВ
ПКФ ООО "Финэкспорт", г.Харьков

МНОГОЦЕЛЕВАЯ СЕЛЕКТОНОВАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Формирование социально-экономических параметров инфраструктуры современных урбанизированных территорий является сложной кибернетической системой, которая подвергается вероятностным внешним и внутренним воздействиям. Выбор рациональных параметров этой системы вызывает необходимость создания теоретических основ и разработки методов системотехнической оценки различных вариантов социально-экономических решений и критериев оптимизации.

Рассматриваются особенности многоцелевого выбора социально-экономических решений в диалоговом (интерактивном) режиме с использованием ЭВМ на основе применения полидименсиальных (имеющих различные размерности) количественных и качественных показателей эффективности – частных критериев оптимальности при различном уровне определенности исходной информации на разных стадиях функционирования урбанизированных систем.

В условиях развития в Украине рыночных отношений высокий уровень жизни жителей города может быть обеспечен только при многоцелевом выборе решений городской экономики, при которой существуют высокий уровень занятости и социальной защиты граждан, стабильная работа городских предприятий, обеспокоенность местных властей экономическим состоянием городской среды и др.

В настоящее время проблема многоцелевого выбора имеет исключительно важное значение. Это объясняется тем, что постоянно возрастают роль и сложность практических проблем, которые решаются методами исследования операций. Традиционными скалярными (однокритериальными) методами оптимизации невозможно решить эти проблемы. Особенно трудно с их помощью ответить на многие вопросы, возникающие при разработке сложных социально-экономических решений формирования и функционирования многокритериальных инфраструктур современной урбанизации. Только многоцелевая оценка и выбор создают предпосылки для разработки эффективной научной методологии этих проблем, дают исследователю или разработчику социально-экономических систем формально аппарат, адекватно решающий сложные проблемы в урбанизированной среде.

Сложность многоцелевого выбора заключается в первую очередь в противоречивости критериев. Отсюда возникает необходимость применения некоторой схемы разумного компромисса [1], позволяющей улучшить качество принимаемого решения по всем локальным критериям — полидименсиальным показателям эффективности.

Наиболее известным критерием успеха принимаемого решения является аддитивный критерий оптимальности, предложенный в 1738г. Д. Бернулли [2]:

$$K_{01i} = \left\{ \frac{a_i}{\max \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} \overline{X}_{ij}} \right\}, \qquad (1)$$

где $\overline{X}_{ij}$ – значение j-го показателя для i-го варианта; a_i – сравниваемые варианты социально-экономических решений по формированию параметров инфраструктуры урбанизированных систем (например, жизненного цикла городского жилого фонда).

Критерий сформулирован на основе так называемого принципа справедливой абсолютной уступки. Векторный критерий сведен к обобщенному (скалярному, составному) критерию оптимальности. Таким образом, многокритериальная задача сводится к однокритериальной, которая легко решается.

Обязательным условием применения аддитивного критерия оптимальности является измерение всех учитываемых показателей эффективности по одной шкале. Это достигается путем нормализации показателей эффективности. При этом принимается условие, что все показатели эффективности одинаково важны.

Если показатели эффективности не равнозначны, т.е. известны величины значимости этих показателей q_i, то лучший вариант может быть установлен по формуле средневзвешенного успеха принимаемого решения:

$$K_{02i} = \left\{ \frac{a_i}{\max\limits_{i} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} q_i X_{ij}} \right\}, \quad i = \overline{1,m}; \quad j = \overline{1,n}, \qquad (2)$$

где q_i – коэффициент весомости j-го показателя.

Преобразованную матрицу оценок ожидаемых результатов определяют по формулам

$$\overline{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{x_j^*}, \quad E[0,1], \ \forall i, j; \ i = \overline{1,m}; j = \overline{1,n}, \tag{3}$$

где $x_j^* = \max_i X_{ij}$. При этом $0 \le \overline{X}_{ij} \le 1$.

Нормализация осуществляется по вышеприведенной формуле в том случае, когда все члены матрицы решения (P) максимизируются. Преимуществом этого способа нормализации является то, что все значения показателей преобразуются линейно, так что относительная величина их одинаковая.

Когда в матрице принятия решений P используются стоимостные (минимизируемые) показатели, их значения определяют по формуле

$$\overline{X}_{ij} = \frac{1}{X_{ij}} : \max \frac{1}{X_{ij}} = \frac{\min\limits_i X_{ij}}{X_{ij}} = \frac{X_i^{\min}}{X_{ij}}, \tag{4}$$

так как в этом случае лучшими являются меньшие значения показателей.

Однако при решении ряда социально-экономических задач формирования рациональных инфраструктур урбанизации этих показателей недостаточно и требуется решение ряда дополнительных задач и выполнения условий. Особо нужно отметить тот случай, когда для сравнения выбираются несколько вариантов и значения сравниваемых показателей являются разнородными, т.е. значение одного показателя варьирует в очень широком, а значение другого – в очень узком интервале. По принципу *энтропии*, устанавливая зависимость социально-экономических показателей, основное внимание уделяют интервалу варьирования показателя. Чем интервал варьирования показателя больше, тем значимость его при сравнении вариантов выше. Таким образом, весь тип показателей, имеющих широкий интервал варьирования значений, получает высокий балл значимости.

Понятие энтропии в информационную теорию ввел К.Э.Шенон [3]. Энтропия рассматривается как мера неопределенности случайной величины. Вопросы применения энтропии для выбора решений рассмотрены в работах [4, 5, 6]. Энтропию можно использовать для определения весомости показателей эффективности [7, 8]. Блок-схема такого алгоритма приведена на рис.1.

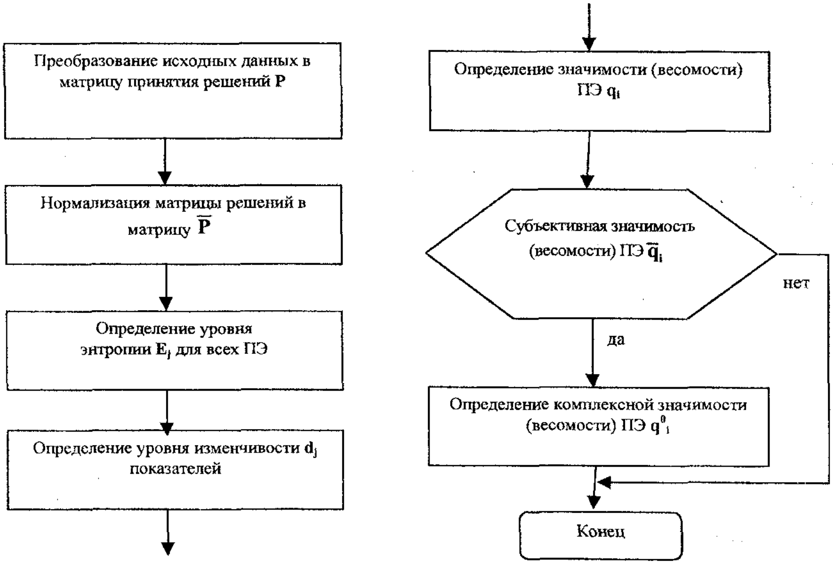

Рис. 1 – Блок-схема алгоритма определения весомости показателей эффективности на основе энтропии

Исходной информацией при решении задачи определения весомости показателей эффективности является матрица принятия решения:

$$P\left[X_{ij}\right] = \begin{array}{c} \\ a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{array} \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \dots & \dots & x_n \\ x_{11} & x_{12} & \dots & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, \qquad (5)$$

где $a_1,...,a_m$ – сравниваемые варианты строительных решений ($i = \overline{1,m}$); $x_1,...,x_n$ – полидименсиальные показатели эффективности (ППЭ) ($j = \overline{1,n}$); $x_{11},...,x_{mn}$ – значение показателей эффективности.

При определении весомости показатели эффективности (ПЭ) приводятся к такому виду, чтобы наилучшей величиной каждого показателя являлась бы наибольшая величина. Поэтому стоимостные показатели (минимизируемые) преобразовывают по выражению

$$\overline{X}_{ij} = \frac{1}{X_{ij}}. \qquad (6)$$

Нетрудно заметить, что чем больше различие между значениями определенного ПЭ, тем большее влияние этот показатель оказывает при выборе наиболее предпочтительного варианта, используя коэффициенты весомости, определенные методом энтропии, и один из обобщенных критериев эффективности.

Затем в процессе преобразования матрицы решений определяются показатели

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{j=1}^{m} X_{ij}}, \quad \forall i,j;\ i=\overline{1,m};\ j=\overline{1,n}, \qquad (7)$$

т.е. каждый элемент матрицы решений делится на сумму компонент столбца, в котором этот элемент находится.

В результате определяется матрица

$$P = \begin{array}{c} \\ a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{array} \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \dots & \dots & x_n \\ P_{11} & P_{12} & \dots & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & \dots & P_{mn} \end{bmatrix}. \qquad (8)$$

Уровень энтропии E_j каждого ПЭ находим по формуле

$$E_j = -k\sum_{i=1}^{m} P_{ij}, \quad \forall i,j;\ i=\overline{1,m};\ j=\overline{1,n}, \qquad (9)$$

где $k = 1/\ln m$.

Как известно, показатель энтропии изменяется в пределах интервала $[0,1]$, поэтому имеем

$$0 \le E_j \le 1;\ j=\overline{1,n}. \qquad (10)$$

Уровень изменчивости j-го показателя в пределах решаемой задачи, т.е. на множестве селектоновируемых социально-экономических решений по формированию инфраструктуры урбанизированной среды определяется показателем

$$d_j = 1 - E_j;\ j = \overline{1,n}. \tag{11}$$

Если все ППЭ одинаково важны, т.е. нет субъективных или экспертных оценок их весомости, то она может быть определена по формуле

$$q_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j};\ j = \overline{1,n}. \tag{12}$$

Если же известны субъективные величины весомости, приписываемые системе принятия решений показателей эффективности (СПР ПЭ) q_j ($j = \overline{1,n}$) или определенные на основе экспертных оценок, то значения показателей комплексной весомости находим следующим образом:

$$q_j^0 = \frac{\overline{q}_j q_j}{\sum_{j=1}^{n} \overline{q}_j q_j}. \tag{13}$$

Из вышеизложенного следует, что при выборе социально-экономических решений при формировании инфраструктур урбанизированных систем существует недостаточность и недостоверность информации о состоянии условий, в которых будут развиваться урбанизированные системы. Стохастическая природа этих объектов, сложность и качественная новизна процесса урбанизации накладывают ограничения на возможность их полной математической формализации.

Необходимость разрешения этих противоречий привела к переоценке формального опыта и к пониманию того, что даже при отсутствии строгих теоретических обоснований уровень неопределенности можно снизить за счет умелого использования суждений специалистов и способности человека принимать рациональные решения в условиях невозможности их полной формализации.

Использование информации, полученной от специалистов, особенно плодотворно, если для ее сбора, обобщения и анализа применяются специальные логические приемы и математические методы, получившие название *метода экспертных оценок.*

С помощью этого метода устанавливают значимость показателей эффективности, исходя из мнений специалистов (экспертов). При этом для определения значимости ПЭ необходима дополнительная информация, получаемая путем парного сравнения показателей и определения «интенсивности предпочтения» одного показателя над другим. Для определения «интенсивности предпочтительности» надо пользоваться «шкалой важности», предложенной Т.Саати [9] и приведенной в таблице.

"Шкала важности" при определении значимостей показателей эффективности

Значения "показателей интенсивности" предпочтения первого из сравниваемой пары показателей над вторым	**Формулировки предложения одного показателя над другим**
1	Оба показателя одинаково важны, выделить как более важный какой-либо один нельзя
2	Первый показатель немного важнее второго, хотя разность их важности незначительная
5	Можно утверждать, что первый показатель важнее второго
7	Первый показатель, без сомнения, важнее второго
9	Первый показатель абсолютно важнее второго

Если затруднительно выбрать какое-либо из двух рядом стоящих нечетных чисел, можно использовать промежуточные значения 2, 4, 6, 8, которые отражают (соответствуют) некоторому компромиссному значению показателя "интенсивности прочности".

Пусть, как обычно, имеем m альтернатив, описываемых с помощью n показателей. Показатель интенсивности предпочтения обозначим b_{ij}, $j=\overline{1,n}$. Под этим показателем понимается соотношение экспертных оценок значимостей i-го и j-го показателя.

Если обозначить экспертную оценку значимости j-го показателя символом ω_j, то

$$b_{ij} = \omega_i / \omega_j. \tag{14}$$

Допустим, что приведено попарное сравнение всех показателей и определены (используя приведенную выше таблицу) численные значения показателя интенсивности предпочтений. Результаты оценки сведем в матрицу:

$$B=\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \frac{\omega_1}{\omega_1} & \frac{\omega_1}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_1}{\omega_n} \\ \frac{\omega_2}{\omega_1} & \frac{\omega_2}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_2}{\omega_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\omega_n}{\omega_1} & \frac{\omega_n}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_n}{\omega_n} \end{bmatrix}. \tag{15}$$

Действительно, из определения

$$b_{ij}=\omega_i/\omega_j,\ b_{ji}=\omega_j/\omega_i \quad \text{или} \quad b_{ij}=1/b_{ji}. \tag{16}$$

Таким образом, достаточно привести оценку не всех возможных пар показателей, а лишь неповторяющих пар – таких в нашем случае будет $n(n-1)/2$.

Численные значения значимости ω_j ($j=\overline{1,n}$) показателей определяются в результате решений следующей оптимизационной задачи:

$$\min\left\{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left(b_{ij}\omega_j-\omega_j\right)^2\right\}, \tag{17}$$

когда неизвестные ω_j ($j=\overline{1,n}$) удовлетворяют ограничениям

$$\sum_{i=1}^{n}\omega_i=1;\ \ \omega_i>0\ \ (i=\overline{1,n}). \tag{18}$$

Однако, так как ограничение на положительность ω_i здесь несущественно, оно может быть упущено.

Задача решается обычным путем – определяется функция Лагранжа, ее производные приравниваются нулю, в результате чего оптимальное решение устанавливается как решение системы линейных уравнений вида

$$S\cdot W=m, \tag{19}$$

где

$W=(\omega_1,\omega_2,\dots,\omega_n,\lambda_1)^T$; $m=\underbrace{(0,0,\dots,0,1)^T}_{n\ \text{раз}}$; $S=\left[l_{ij}\right]$, $i,j=1,\dots,n,n+1$ – матрица, имеющая n+1 столбцов, n+1 строк, элементы которой определяются таким образом:

$$
\begin{aligned}
& l_{ij} = (n-1) + \sum_{j=1}^{n} b_{ij}^{2}, \quad i,j = 1,\dots,n; \\
& l_{ij} = -(b_{ij} + b_{ji}), \quad i,j = \overline{1,n}; \ i \neq j ; \\
& l_{k,n+1} = l_{n+1,k} = 1, \ k = \overline{1,n}; \\
& l_{n+1,n+1} = 0.
\end{aligned}
\tag{20}
$$

Общий алгоритм применения метода многоцелевого выбора селектоновации приведен на рис.2. Исходной информацией является матрица принятия решения, количество вариантов в которой не ограничивается. Показатели эффективности при этом могут иметь различную значимость, выраженную численно. В результате применения методики многоцелевого выбора – селектоновации можно получить ряд предпочтительности сравниваемых вариантов социально-экономических решений при формировании инфраструктуры урбанизации, также выраженных численно. На основании данного ряда можно судить не только качественно, но и количественно о предпочтительности одного варианта перед другим.

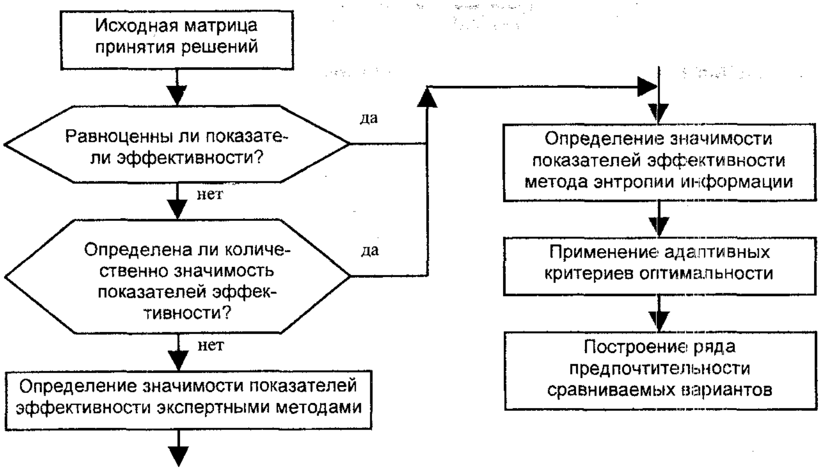

Рис.2 – Укрупненная блок-схема применения методики многоцелевой селектоновации

На основе анализа и обобщения особенностей влияния социально-экономических параметров на формирование инфраструктуры урбанизированных систем, выполнено обоснование и осуществлена разработка многоцелевого подхода к выбору рациональных социальных и экономических решений при формировании инфраструктур урбанизированных систем.

Таким образом, получила дальнейшее развитие в экономике градостроительства теория сравнительного анализа и установления закономерностей формирования частных критериев оптимальности (показателей эффективности) принимаемых социально-экономических решений с учетом имеющейся исходной информации, степени ее неопределенности и характера решаемых задач урбанизации.

1.Архитектурно-строительное проектирование. Методология и автоматизация: Совм.изд. СССР-Франция / Э.П.Григорьев, А.А.Гусаков, Ж.Зейтуш, С.Порада; под ред. А.А.Гусакова. – М.: Стройиздат, 1986. – 240 с.

2.Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982. – 254 с.

3.Шенон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.

4.Гитберг В.Д. Системное проектирование в строительстве. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд., 1987. – 160 с.

5.Margolis D.L. Dynamical modes for multidimensional structures using bond graphs. – Frans. Of the ASME, Journ, of dynamic syst., measurement and control. – Sept. 1980. vol. 102-189.

6.Ruzicka M. Formalized models of ontological systems. – Praha. Kybernetika. Vol.18. N6, 1983, p..545-554.

7.Завадскас Э.К. Многоцелевая селектоновация технологических решений строительного производства: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.08. – Вильнюс, 1988. – 433 с.

8.Казлавас В.А. Вероятностное моделирование производственных программ строительных объединений: Автореф. ... дис. канд. экон. наук. – Вильнюс, 1982. – 22 с.

9.Саати Т.Д. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Советское радио, 1971. – 520с.

Получено 28.08.2002

УДК 35.073.515

Т.П.ЮР'ЄВА, канд. екон. наук
Харківська державна академія міського господарства

ПРО НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВЛАСНІСТЮ МІСТА

Розглядаються основні напрямки і методи удосконалення системи управління власністю міста в сучасних умовах.

Величезні масштаби і неоднорідність міського майна, складність структури й складу міської власності, всезростаюча потреба підвищення ефективності її використання зумовлюють необхідність удосконалення системи управління державним і муніципальним майном в містах України.