тальные конструкции, стойкие к агрессивной среде, невосприимчивые к влажности.

1. Хрулев В.М. Модифицированная древесина в строительстве. - М.: Стройиздат, 1986. - 112 с.

2.Золотов М.С., Бигун Р.А. Повышение физико-механических и физико-химических свойств древесины, пропитанной стиролом // Вестник нац. техн. ун-та «ХПИ». – 2001. – №23. Т.2. – С. 27-31.

3.Бигун Р.А. Влияние стирола в порах и капиллярах древесины на механические свойства дерево-полимерных материалов // Материалы международного семинара по прогнозированию в материаловедении. – Одесса, 2002.

4.Хрулев В.М., Шутов Г.М., Мельников Е.Г., Ханеля Г.П. Применение опалубки из модифицированной древесины и пластмасс. Обзор Бел. НИИНТИ. -- Минск, 1973. - 50 с.

5.Хрулев В.М., Рыков Р.Н. Обработка древесины полимерами. - Улан-Уде: Бурятское книжное издание, 1984. - 142 с.

6.Хрулев В.М., Бекболотов Ж.Б., Кондрашов С.М. Повышение долговечности деревянной опалубки. - Фрунзе: Киргизский НИИНТИ, 1984. - 22 с.

Получено 17.05.2002

УДК 519.81

Л.И.НЕФЕДОВ, д-р техн. наук, Е.Г.СТОПЧЕНКО,
Г.И.СТОПЧЕНКО, канд. техн. наук, Н.М.ЗОЛОТОВА
Харьковская государственная академия городского хозяйства

ПРИНЦИПЫ ОПТИМАЛЬНОСТИ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ СИСТЕМЫ

Рассматриваются основные принципы оптимальности методов принятия проектных решений. Обосновывается выбор используемых принципов оптимальности при согласовании оценок противоречивых критериев в различных проектных ситуациях.

В настоящее время существует значительное количество разнообразных оптимизационных моделей, используемых для задач проектирования [1, 2]. Общая формулировка задачи разработки проектного решения с помощью скалярной оптимизационной модели заключается в выборе варианта x^*, среди множества допустимых вариантов D_x, максимизирующего или минимизирующего целевую функцию $f(x)$.

В моделях векторной оптимизации формируется несколько целевых функций и в этих условиях построения одних только целевых функций недостаточно для выбора оптимального решения, так как оценки предпочтительности допустимых вариантов решения по разным целевым функциям, как правило, не совпадают. Необходим дополнительно специальный принцип согласования различных оценочных признаков, который называется *принципом многокритериальной оптимизации* [3]. Таким образом, в векторном (многокритериальном) случае модель выбора наиболее предпочтительного решения включает в себя не только целевые функции, но также и *принцип оптимизации.*

Итак, разработка оптимизационной модели сводится к построению следующих основных компонентов: множества проектных решений области допустимых решений и принципа выбора оптимального решения.

Разработано значительное количество различных принципов оптимальности в многокритериальных задачах. Многообразие этих принципов отражает существование различных подходов к проблеме согласования критериальных оценок, наличие различных типов многокритериальных задач. Выбор используемого принципа оптимальности определяется содержанием проектной задачи, концептуальностью используемой модели, возможностью проектировщика и т.д.

С формальной, математической точки зрения, любой *принцип оптимальности* можно представить виде следующего преобразования:

$$\varphi:\{D_x, F(x), P\}\longrightarrow X^*,$$

которое позволяет по имеющемуся множеству допустимых решений D_x, вектору целевых функций $F(x)$ и согласно возможностям и предпочтениям проектировщика P определить оптимальное решение X^*.

Преобразование φ, соответствующее определенному принципу векторной оптимизации, будем называть моделью реализации данного принципа. Рассмотрим наиболее распространенные методы задания преобразования φ.

Значительная группа принципов многокритериальной оптимизации сводится к решению некоторых задач скалярной оптимизации. Это означает, что на основе исходного множества допустимых вариантов D_x и вектора целевых функций $F(x)$ формируется некоторое трансформированное множество допустимых решений D'_x, $D'_x \subset D_x$ и некоторая обобщенная скалярная целевая функция $F'(x)$. В результате для нахождения решения, оптимизирующего на D_x векторную функцию $F(x)$, необходимо решить задачу скалярной оптимизации $F'(x)$ на D'_x. Эта задача в данном случае определяет преобразование φ и является моделью реализации определенного принципа векторной оптимизации. Множество D'_x обычно формулируется введением дополнительных ограничений. К числу принципов, реализуемых этим подходом, относится принцип выделения *главного критерия.*

Частным случаем описываемого подхода формулирования принципов является скаляризация вектора целевых функций $F(x)$ к единственной целевой функции F'_x, осуществляемая без трансформации D_x. Это реализуется при использовании принципа "идеальной" точки и принципа *минимакса*.

Некоторые принципы векторной оптимизации требуют решения не одной задачи, а последовательности задач скалярной оптимизации. В качестве примера приведем принцип оптимизации упорядоченной последовательности целевых функций или принцип *лексикографической* оптимизации.

В многокритериальной оптимизации фундаментальное значение имеет понятие *оптимальности по Парето*. Решение является Парето-оптимальным относительно вектора целевых функций $F(x)=[f_1(x), f_2(x), \ldots, f_k(x)]$, если не существует другого допустимого решения, которое было бы не хуже с точки зрения всех целевых функций и лучше, по крайней мере по одной из них. Ни одно из Парето-оптимальных решений нельзя улучшить по любой из имеющихся целевых функций, не ухудшая оценок по любой другой из них.

Оптимальность по Парето можно рассматривать не только как необходимое требование, предъявляемое к решениям, найденным в соответствии с теми или иными принципами оптимизации, но и как собственно принцип оптимизации, т.е. можно считать решением многокритериальных задач оптимальные по Парето альтернативы. Учитывая, что оптимальность по Парето является необходимым условием для выбора решений в многокритериальных задачах, методы поиска оптимальных альтернатив представляют основу для разработки моделей реализации формализованных принципов оптимальности.

Принцип идеальной точки. В основе принципа лежит предпосылка о существовании некоторых желательных "идеальных" значений целевых функций Z_i^*. Набор указанных значений представляет собой "идеальную" точку $Z^* = \{Z_i^*\}$ в k-мерном пространстве критериев. Практически не существует ни одной альтернативы в области допустимых решений D_x с критериальными значениями $Z^* = \{Z_i^*\}$.

Использование рассматриваемого принципа связано с решением двух основных проблем: выбором "идеальной" точки Z^* и формализацией представления о близости двух альтернатив в к-мерном пространстве целевых функций.

Одним из способов выбора идеальной точки является нахождение оптимальных значений целевых функций $Z_i^* = \max f_i(x), x \in D_x$. Мерой близости между идеальной точкой и допустимыми точками можно использовать функцию расстояния $d(F(x), Z^*)$, в качестве которой используют в общем случае взвешенные L_p-метрики:

$$d_p = \left[\sum_{i=1}^{k} \lambda_i \left| f_i(x) - Z_i^* \right|^p \right]^{1/p},$$

где p – любое положительное число (обычно p=1,2,…,); λ_i – весовой коэффициент.

Принцип идеальной точки можно сформулировать следующим образом. Оптимальной является такая альтернатива X^*, которая на множестве допустимых решений D_x минимизирует расстояние до "идеальной" точки. Формальное выражение этого принципа имеет следующий вид:

$$d(F(x), Z^*) = \min d(F(x), Z^*). \qquad (1)$$

Выражение (1) представляет собой не только формальное определение оптимального решения по принципу "идеальной" точки, но и вспомогательную модель реализации этого принципа.

Рассмотрим *принцип оптимальности* на основе теории *нечетких множеств*. В случае наличия нечетких целей выбора целесообразно использование функций f_i в качестве функции принадлежности. Размытое подмножество A множества X задается функцией принадлежности U_A, которая приписывает каждому элементу $x \in X$ число в интервале [0,1], характеризующее степень принадлежности элемента x множеству A.

Положим:

$$U_{C_i}(x) = \frac{f_i(x)}{Z_i^*}, i = 1,2,...,n.$$

Тогда $0 \le U_{C_i}(x) \le 1$ и $U_{C_i}(x)$ можно рассматривать как функцию принадлежности x размытому множеству, характеризующему соответствие цели C_i.

В случае задания нескольких целей можно ввести обобщенную цель C вида

$$C = \bigcap_{i=1}^{n} C_i .$$

Поскольку функция принадлежности пересечения различных множеств определяется как $U_C(x) = \min\limits_{1 \le i \le n} U_{C_i}(x)$, то степень удовлетворения общей цели для каждой альтернативы

$$\varphi(x) = U_C(x) = \min_{1 \le i \le n} \frac{f_i(x)}{Z_i^*} . \qquad (2)$$

Выражение (2) совпадает с принципом гарантированного результата. Под наилучшей альтернативой понимается такая альтернатива, которая максимально соответствует общей цели, т.е. максимизирует (2) на множестве допустимых альтернатив.

Принцип равномерности основывается на идее равномерного улучшения значений всех критериев и выражает стремление ограничить резкие различия между значениями отдельных целевых функций, добиваясь их согласованного совместного улучшения. При использовании принципов равномерности предпочтительность решения зависит не только от значений отдельных целевых функций, но и от степени их различия между собой. При использовании этих принципов необходима нормализация критериев. Используются следующие реализации принципа равномерности: принцип равенства, принцип максимина, принцип квазиравенства, принцип последовательного максимина.

При использовании *принципа выделения главного критерия* решения многокритериальных задач из всей совокупности целевых функций необходимо выбрать одну главную. Оптимальное решение находится в результате скалярной оптимизации этой главной целевой функции при установлении ограничений на уровни остальных целевых функций.

Приведем формальную запись принципа главного критерия. Предположим, что в качестве главной выбрана целевая функция $f_1(x)$, а фиксированные уровни обозначим f_i^0 (i=2,3,…,k). Тогда для случая всех максимизируемых функций *принцип главного критерия* выглядит следующим образом:

$$\max f_1(x), \qquad (3)$$

$$f_i(x) \ge f_i^0, \qquad i = 2,3,\ldots,k. \qquad (4)$$

В случае если ограничения-неравенства являются жесткими, т.е. выполняются как строгие равенства, то решения задачи (3), (4) оптимальны по Парето. Рассматриваемый метод имеет существенное значение не как самостоятельный метод, а как элемент какой-либо итеративной диалоговой процедуры решения многокритериальных задач.

Принцип справедливой уступки основан на сопоставлении и оценке прироста и уменьшения значений локальных критериев. Переход от одного варианта к другому, принадлежащих области компромиссов, связан с улучшением оценок по одним критериям и ухудшением по другим. Сопоставление и оценка изменения значений локальных критериев может производиться по абсолютному значению прироста и уменьшения значений критериев (*принцип абсолютной уступки*), либо по относительному (*принцип относительной уступки*).

Использование моделей векторной оптимизации значительно расширяет область применения оптимизационных моделей. Обоснование используемых принципов оптимальности при согласовании критериальных оценок позволяет получать решения, удовлетворяющие условиям задачи и предпочтениям проектировщика.

1.Попков Ю.С., Посохин М.В., Гутнов А.Э., Шмульян Б.Л. Системный анализ и проблемы развития городов. – М.: Наука, 1983. – 512 с.

2.Нефедов Л.И., Гордица Д.Д., Сахацкий В.Д. Системный анализ и оценка окружающей среды по электромагнитным излучениям при проектировании архитектурных объектов / – К.: УМК ВО, 1989. – 160 с.

3. Стопченко Г.И. Технология процесса поиска решений на основе концептуальных моделей // АСУ и приборы автоматики. – 1998. – № 108– С. 105–111.

Получено 20.05.2002

УДК 72.01

А.Г.ШТЕЙНЕР
Харьковская государственная академия городского хозяйства

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ БАЗИС КРИТЕРИАЛЬНОЙ ОСНОВЫ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Рассмотрен аспект восприятия среды, где апеллирование к таким базовым понятиям как «внутреннее» и «внешнее» дает возможность понять глубинные истоки реакции человека на ту или иную архитектурную форму с возможностью моделирования грамматики человеческих реакций.

Восприятие среды человеком, как правило, рассматривается в связи с функцией и обеспечивающим эту функцию пространством, а не в цепочке перемещений человека, осуществляющего непрерывность своей жизнедеятельности. И, если «перетекание» пространств в ограниченной среде, их композиционные взаимосвязи в архитектурной литературе освещено достаточно, то взаимоотношения иерархической цепочки пространств, включая их полярные состояния от человека и