

щей функции полезности, учитывающей как независимость по предпочтительности (НПР), так и независимость по полезности (НПО).

Проверка выполнения условий НПР и НПО была проведена для всех шести пар переменных:  $x_1, x_2; x_1, x_3; x_1, x_4; x_2, x_3; x_2, x_4; x_3, x_4$ .

Общая функция полезности рассматривалась в мультипликативной форме вида:

$$u(x_i) = \frac{1}{k} \prod_{i=1}^4 [1 + k_i \cdot k \cdot u_i(x_i)] - 1, \quad \sum_{i=1}^4 k_i \neq 1. \quad (7)$$

Отыскание средних значений условной функции полезности по факторам позволило графическим методом найти все промежуточные значения с последующим вычислением расчетных коэффициентов  $k$  и  $k_i$ , и установлением выражения общей функции полезности  $u(x_i)$  -

$$k_1 = 0,58; k_2 = 0,46; k_3 = 0,43; k_4 = 0,82; k = 0,69.$$

$$u(x_1, x_2, x_3, x_4) = (-0,88)[1 + (-0,3x_1^2 + 0,96x_2 - 1,01)]x[1 + (0,41x_2^2 - 0,66x_2 - 0,82)]$$

$$[1 + (-0,22x_3^2 + 0,96x_3 - 1,2)]x[1 + (-0,42x_4 + 1,8)] + 0,88. \quad (8)$$

Используя ее, определены локальные значения общей функции полезности по каждому технологическому варианту:  $V_1 = 0,771; V_2 = 0,695; V_3 = 0,973; V_4 = 0,976; V_5 = 0,842$ .

Анализ величин  $V_i$  показывает, что лучшими технологическими вариантами являются варианты  $V_3$  и  $V_5$ .

На основании приведенных обоснований можно сделать вывод, что оптимальное техническое решение должно быть комплексным и базироваться на комбинации буронабивных фундаментов в вытрамбованных котлованах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дёмин В.В., Восинский И.О. Особенности оптимизации и выбора технических решений в области фундаментостроения. Сборник конкурсных работ студентов и магистров. БГТУ.-Брест, 2007.

**Дёмин В.В., Восинский И.О.**

*Научные руководители: асс. Дёмина Г.П., проф., к.т.н. Шведовский П.В.*

#### ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ И ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИИ

Выбор оптимальных конструктивных (КР) и организационно-технологических решений (ОТР) в фундаментостроении представляет собой сложную техническую проблему, требующую реализации принципов, как комплексности, так и системности подходов. При этом комплексный подход требует учета всех прямых и косвенных факторов, влияющих на решение проблемы, а системный – выбора решения в наибольшей степени соответствующего поставленным целям [1, 2, 4].

Наиболее целесообразно при оценке КР и ОТР [5,6], использование многофакторного моделирования, с помощью которого можно исследовать, оценивать и прогнозировать:

- взаимосвязи процессов разработки указанных решений;
- связи между параметрами, характеризующими данные решения;
- последствия принятия конструктивных решений на возможности их реализации и выбор соответствующих технологических решений;

- влияние технологических параметров на разработку и выбор конструктивных решений.

В наиболее общем случае такая модель может быть представлена в виде функций [5]

$$K_{aj} = \psi_j(K_{a1}, K_{a2}, \dots, K_{ai}, \dots, K_{an}), \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n},$$
$$K_{ai} = \psi_i(K_{a1}, K_{a2}, \dots, K_{ai}, \dots, K_{am}), \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где  $K_{aj}$ ,  $K_{ai}$  — показатели, характеризующие определенное свойство или особенность соответственно конструктивного и организационно-технологического решения.

В целом на процесс принятия решения по выбору оптимального варианта фундамента могут оказать следующие факторы:

- исходные данные (геологические и гидрогеологические характеристики, параметры здания или сооружения и т.д.);
- строительные технико-экономические ограничения (по глубине котлована, гибкости конструкций и т.д.);
- заводские ограничения (технологическое несовершенство имеющегося оборудования и машин и др.);
- специфические ограничения проектируемой технологии (выбранного метода);
- стандартные ограничения (ограниченность стройплощадки и др.);
- ограничения, имеющие решающее значение (срок строительства, отсутствие специальных материалов и изделий и т.д.).

Так как выбор решения необходимо осуществлять на базе «наибольшей предпочтительности», т.е. оптимизации по совокупности показателей эффективности, то собственное решение представимо в виде следующих частных задач [7, 8, 9]:

- разработать способ представления вариантов, удобный для полного перебора вариантов из исходного множества;
- разработать полный набор показателей эффективности, которые должны учитываться при оценке каждого варианта, шкалы оценок по каждому показателю эффективности и процедуру оценок;
- построить формальные процедуры, позволяющие выделить из исходного множества вариантов (альтернатив) подмножество наиболее предпочтительных вариантов;
- разработать формальную процедуру, позволяющую на основе подмножества наиболее предпочтительных вариантов построить ряд предпочтительности альтернатив.

А это требует:

- обоснование набора критериев эффективности, подлежащих рассмотрению в условиях данной модели [10];
- оценку относительной предпочтительности критериев или построение некоторой шкалы предпочтительности (определения значимости);
- определение условий возможного компромиссного варианта решения, т.е. выбор схем компромисса и расчета обобщенного критерия.

Отсюда в общей форме задача многоцелевого выбора может быть сформулирована следующим образом. Пусть  $a$  — решение (вариант, альтернатива) из множества допустимых решений  $A$ . Качество решения оценивается локальными критериями (показателями эффективности)  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , составляющими вектор  $x = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)$ . Вектор  $x$  связан с отображением решений  $a \rightarrow x = \varphi(a)$ , заданных аналитически, статистически или эвристически. Относительная важность локальных критериев ППЭ задана вектором приоритетов  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ , где  $\lambda_j \in [1, \infty)$  — бинарная связь критериев  $j$  и  $j+1$ . Так как бинарная связь транзитивна, то есть для всех эле-

ментов  $a_1, a_2, a_3 \in A$  действительно условие  $a_1 R a_2, a_2 R a_3 \Rightarrow a_1 R a_3$ , то исконое решение  $A^\circ$  должно удовлетворять двум условиям:

- решение должно быть допустимо, т. е. оно должно принадлежать множеству допустимых решений  $\bar{A}$ ;
- решение должно быть наилучшим, т. е. оно должно оптимизировать вектор  $x$  с учетом приоритетов ППЭ:  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ .

Следовательно, в общем виде модель многоцелевого выбора, соответствующая данной формулировке, может быть записана в следующем виде:

$$a^\circ = \varphi^{-1}[\text{opt}(x(a), \lambda)]. \quad (2)$$

Следует отметить, что в области фундаментостроения определение области компромиссных решений является только промежуточным решением, а конечная цель – нахождение всех конкурентоспособных и выбор одного проектного решения. Но при этом выбор технических решений и сравнение их качества в области компромисса возможны только по определенной схеме компромисса и соответствующему этой схеме принципу оптимальности. Выбор схемы можно осуществлять на аналитическом или аналитико-эвристическом уровне. Наиболее широко известен принцип минимакса, позволяющий найти единственное рациональное решение, реализуемое в следующей эквивалентной форме:

$$\text{opt}X = \min_{x \in X_0} \sum_{j=1}^n x_j^* \quad (3)$$

где  $X_0$  — область компромисса;

$$S \in (S^\circ, \infty); S^\circ = \frac{\lg n}{\lg(1+\varepsilon)}; \quad (4)$$

$\varepsilon$  - относительная точность показателя эффективности;

$j$  - количество возможных в реализации технических решений.

Так как зачастую показатели эффективности имеют различные масштабы измерения, то их нормализация обязательна и ее можно выполнять по множеству принципов. Однако наиболее справедливым и не ограничивающим значимости ни одного из показателей эффективности является «принцип идеального качества», когда в виде нормализующих компонентов принимаются максимально возможные их отклонения для условий решаемой задачи:

$$X_j = \frac{X_j}{\max_{x \in X} x_j - \min_{x \in X} x_j}. \quad (5)$$

В качестве параметров предпочтительности наиболее целесообразно оперировать рядом предпочтительности  $\bar{X}_j$  и векторами приоритетов  $\lambda_i$  и значимости  $q_i$ , определяемыми методом последовательной оптимизации.

При этом ряд предпочтительности  $\bar{X}_j$  определяет упорядоченное множество локальных критериев  $\bar{X}_j = \{1, 2, \dots, n\}$ , т.е.  $\{\bar{x}\} = \{x_1 > x_2 > \dots > x_n\}$ .

Матрица принятия решений (ожидаемых результатов реализации вариантов) имеет вид:

$$X_1 \quad X_2 \quad \dots \quad X_n$$

$$P = [x_{ij}] = \begin{matrix} a_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_m & \begin{bmatrix} x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (6)$$

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

Если в матрице  $P$  присутствуют одновременно обычные и стоимостные показатели, то для нормализации обычных показателей может быть использовано выражение -

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j1}^{\min}}{x_{j1}^* - x_{j1}^{\min}}, \text{ а для стоимостных показателей } - \bar{x}_{ij} = \frac{x_{j1}^* - x_{ij}}{x_{j1}^* - x_{j1}^{\min}}.$$

При обосновании проектных решений в условиях частичной неопределенности эффективно использование методов и критериев теории игр, при этом можно выбрать один из  $i = x$  вариантов (стратегий, альтернатив), гарантирующих наибольший эффект, т.е.

$$\max_i \min_j u_{ij} \geq V_1 \quad (7)$$

Однако вероятностный характер строительного производства практически всегда приводит к снижению гарантированного проектного эффекта до величины  $V_2$ , т.е.

$$\min_i \min_j u_{ij} \geq V_2 \quad (8)$$

позволяющей при самых неблагоприятных обстоятельствах обеспечить получение экономического эффекта в пределах:

$$\max_i \max_j u_{ij} \leq V \leq \min_i \min_j u_{ij} \quad (9)$$

Не рассматривая особенностей теорий игр в области определения оптимальных стратегий, отметим, что минимакс, максимакс и максимин являются устаревшими методами взвешивания, и поэтому необходимо иметь в виду, что максимин целесообразен, при расчетах только на самое плохое, что может произойти; критерий Сэвиджа позволяет минимизировать убытки; фактор же риска обеспечивает реализацию высшего выигрыша, при этом для решения выбирается не минимум выигрыша, а взвешенное среднее из минимума и максимума.

В качестве наиболее достоверного критерия успеха принимаемого технического решения может быть принят критерий Бернулли [5]:

$$K_i^j = \left\{ a_j / \max_n \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \right\}, \quad i = 1, \bar{m}; \quad o = 1, \bar{n} \quad (10)$$

где  $\bar{x}_{ij}$  - значение  $j$ -го показателя для  $i$ -го варианта, который реализует принцип справедливой абсолютной уступки.

Применение этого критерия позволяет перейти от векторных критериев к скалярным и тем самым свести многокритериальную задачу к однокритериальной, легко решаемой.

Все это позволяет сделать вывод, что показателями эффективности строительных решений являются стоимостные, временные, ресурсные и эксплуатационные показатели, т.е. очень большая группа возможных альтернатив, то для выбора оптимального ресурсосбере-

гающего организационно-технологического варианта фундамента целесообразно использовать общую логическую схему выбора ресурсосберегающих решений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по выбору экономических фундаментов для сельских зданий Нечерноземной зоны РСФСР. ЦНИИЭПсельстрой.-М., 1985.-18 с.
2. Рекомендации по оценке и выбору рациональных конструкций фундаментов для гражданского строительства на намывных территориях Белорусской ССР. Госстрой БССР.-Минск, ИСиА, 1982.-40 с.
3. Межевой Г.Н., Шаевич В.М. Фундаменты в сложных грунтовых и сейсмических условиях.- Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1983.-153с.
4. Рекомендации по рациональной области применения в строительстве свай различных видов. Госстрой СССР.- М., 1978.-17 с.
5. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями.- М: Наука, 1981.-196 с.
6. Романов С.В., Капустин С.В. Разработка и создание автоматизированной системы оптимального проектирования фундаментов каркасных зданий. Сб. Снижение материалоемкости строительства.-Киев: Будівельник, 1983.-с. 102-126.
7. Ярутин В.К. Эффективные фундаменты в сельском строительстве.-Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1975.-126 с.
8. Бойко Н.В., Кадыров А.С., Харченко В.В. и др. Технология, организация и комплексная механизация свайных работ.- М: Стройиздат. -1983. -303 с.
9. Руководство по выбору проектных решений фундаментов.НИИОСП, НИИЭС, ЦНИИпроект Госстроя СССР.- М: Стройиздат, 1984.-193с.
10. Кречин А.С., Графов С.С. и др. Совершенствование фундаментостроения в Молдавской ССР. НИИОСП, Ускорение научно-технического прогресса в фундаментостроении, том I. - М., 1987. - 169 с.

УДК 338.518 (476)

Лялюк Т.В.

Научный руководитель: асс. Клочко Г.Г.

#### ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СМК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА

Деятельность по разработке, внедрению и последующей сертификации системы менеджмента качества (далее СМК) на соответствие требованиям международных стандартов ИСО серии 9001 (далее - МС ИСО 9001) ведется уже давно. Популярность данных стандартов объясняется рядом причин, основными среди которых являются следующие:

- если мы хотим экспортировать свою продукцию за рубеж или работать с зарубежными компаниями на территории страны, необходимо с иностранными партнерами играть по одним правилам. В данном случае под такими «правилами» подразумеваются единые требования к обеспечению качества. Наличие сертификата соответствия на СМК для организации является гарантией того, что подход к качеству осуществляется на постоянной, системной основе.

- если мы хотим выполнить требования заказчика. Сегодня все чаще заказчик при заключении договоров требует наличия у производителя изделий сертифицированной СМК;