

БАДЕЯН Гагик Ванікович, доктор технічних наук, професор. Заслужений будівельник України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки



Народився у 1952 р.

У 1974 р. закінчив Єреванський політехнічний інститут. Працював асистентом, доцентом, завідувачем кафедри, деканом Єреванського політехнічного інституту (1974-1993). Докторант Московського Центрального науково-дослідного інституту організації, механізації та технічної допомоги в будівництві (1993-1998). З 1998 р. – головний інженер корпорації "Познякижилбуд".

У 1982 р. захистив кандидатську дисертацію, у 2001 р. – докторську.

Автор 113 наукових праць та 25 методичних робіт. Основна праця: "Технология возведения монолитных конструкций в высотном жилищном строительстве" (2001).

Основні напрямки наукової діяльності: основи механізації і технології монолітного будівництва

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ МОНОЛИТНОГО ВЫСОТНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Изучению разных областей технологии строительства посвящено много работ. Они основываются на различных теориях и методах, в частности, функциональных систем, математического моделирования, вероятностно-статистического исследования, структурного анализа, проектирования технологии и организации строительства, решения многокритериальных оптимизационных задач.

Ключевым понятием является сложная система, конкретизируемая, в зависимости от направленности и объекта исследования, как отраслевой или региональный строительно-производственный комплекс, АСУ ТП и т.д.

Целостность системы понимается как несводимость ее свойств к совокупности свойств отдельных компонентов (что математически выражается как неаддитивность соответствующих моделей). Наличие одних только обратных связей недостаточно для создания целостной системы. Необходимо обеспечить изоморфность организации системы и подсистем, определить иерархию структур, наличие определенных числовых закономерностей между показателями структур разных уровней, использовать симметрии и законы сохранения при взаимодействии компонентов. Аналогичные исследования, проведенные для биологических и эргатических систем, показывают необходимость существенной коррекции математического аппарата.

Многообразие требований, предъявляемых к технологии, делает практически невозможным выбор варианта, лучшего по всем оценочным показателям. Поэтому комплексная (многокритериальная) оценка, дающая возможность нахождения оптимального решения A^0 , базируется на следующих положениях:

- искомое решение должно принадлежать множеству допустимых решений $\bar{A}$;
- искомое решение должно минимизировать вектор оценочных показателей $\bar{X}$ при имеющихся ограничениях.

Таким образом, модель комплексной (многокритериальной) оценки организационно-технологических решений представлена в виде

$$A^0 = \{a^0\} = \cup \varphi^{-1}(\text{opt}(x(a), \lambda)), a \in A.$$

При этом возникает ряд проблем концептуального характера: определение областей компромисса или областей допустимых решений; определение схемы и аксиоматики компромисса; нормализация оценочных показателей; учет приоритетности показателей.

Если противоречия между оценочными показателями нестрогие, возможен выбор варианта с оптимальными значениями всех показателей, и задача выбора решается в границах области согласия A^s . Практически этот случай почти не встречается – хотя бы два из конечного множества оценочных показателей строго противоречивы. Поэтому приходится решать задачу выбора рационального варианта, характеризующегося экстремальными для конкретной ситуации значениями оценочных показателей. Для этого необходимо выделить область компромиссов (область решений, оптимальных по Парето), в которой любое решение $a \in A$ нельзя улучшить без ухудшения качества хотя бы одного оценочного показателя, т.е. если $a \in A$, то для двух оценочных показателей:

$$X_1(a) > X_1(a^1), X_2(a) < X_2(a^1) \text{ или}$$

$$X_1(a) < X_1(a^1), X_1(a) > X_1(a^1)$$

Поиск области компромисса осуществляется ее выделением на основе собственных свойств: $(a, X) \rightarrow A$. В области компромисса для выбора рациональных решений используется математическая модель в пространстве оценочных показателей, основанная на принципе оптимальности: решение a лучше решения a^1 , если $X(a) \geq X(a^1)$.

Модель для выбора рациональных решений имеет вид

$$X^0 = \{X / X \in X, \{X^1 / X^1 \geq X\} \cap X \neq \Phi\}.$$

Определение области компромисса является формальной задачей, которая решается известными математическими методами: аппроксимации, направленного поиска, адаптированного поиска и другими.

На практике часто недостаточно определить область компромисса – требуется найти одно или несколько конкурентоспособных решений. Выбор и сравнение их качества в области компромисса возможны только по определенной схеме и по соответствующему этой схеме принципу оптимальности.

Возможны два различных подхода к выбору схемы компромисса: аналитический и аналитико-эвристический. Оба базируются на понятии аксиоматики компромисса, под которой понимается определенное количество аксиом, строго регламентирующих выбор схемы, на основании которого осуществляется упорядочение пространства оценочных показателей и выбор оптимального решения a^0 . После введения аксиоматики компромисса задача принятия решения становится строго формализованной, а выбор оптимального решения превращается в чисто техническую задачу.

Основной проблемой многокритериальной оценки технологии строительства монолитных каркасных домов является введение аргументированной аксиоматики и процедуры поиска оптимальных решений:

$$S \rightarrow D \rightarrow \text{opt}X \rightarrow X_0 \rightarrow a_0,$$

где S – конкретная ситуация, в которой осуществляется выбор варианта решения; D – аксиоматика компромисса.

Ситуация S влияет на выбор аксиоматики компромисса D , на основании которой, в свою очередь, определяют схему компромисса $\text{opt}X$, после чего производится отыскание оптимального решения X_0 и a_0 .

Существует несколько путей решения задачи с нормализованными оценочными показателями при неустановленном приоритете – принцип равенства, принцип равномерности, последовательного максимина, абсолютной и относительной уступки.

Ключевой проблемой является нормализация оценочных показателей, т.е. приведение их к сопоставимому виду.

Нормализация сводится к преобразованию матрицы результатов $P = [X_{ij}]$ с разноразмерными величинами оценочных показателей в матрицу $\bar{P}$ с их нормализованными величинами, выполняемому методами нормализации векторов, трансформации шкалы, по величине отклонения от идеального значения. Широко применяется метод экспертных оценок. Его сущность заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы с качественной и количественной оценкой суждений и формальной обработкой результатов. Комплексное использование интуиции и логического мышления позволяет получать удовлетворительные решения многих трудноформализуемых задач. Множество задач, решаемых методом экспертных оценок, включает в себя задачи, обеспеченные достаточной информацией, и задачи с недостатком информации для уверенности в достоверности результатов. Выбор оптимальных технологических решений относится к первым. Основные трудности состоят в правильном подборе экспертов, построении рациональных процедур опроса и применении адекватных методов обработки результатов опроса.

Методы опроса и обработки результатов базируются на принципе «хорошего» измерителя, подразумевающего выполнение следующих условий:

- эксперт располагает большим объемом рационально обработанной информации и поэтому может рассматриваться как источник качественной информации;
- групповое мнение экспертов близко к истинному решению проблем.

Если эти условия справедливы, то при разработке процедур опросов и обработке результатов могут быть использованы положения теории измерений и математической статистики, в частности ранжирование, парное сравнение, последовательное сравнение, непосредственная оценка.

Применение названных методов предполагает, что имеется конечное число сравниваемых объектов $O_1, O_2, \dots, O_n$ и сформулированы один или несколько показателей $I_1, I_2, \dots, I_m$, по которым производится сравнение. Поэтому методы теории измерений отличаются только процедурой сравнения, включающей в себя построение отношений между сравниваемыми объектами, выбор функции отображения объектов на числовую систему и определение типа измерений. Рассмотрим применяемые методы.

Ранжирование представляет собой выполняемую экспертом процедуру упорядочения оцениваемых объектов, при которой эксперт, основываясь на своем опыте, располагает сравниваемые объекты в порядке предпочтения. Если среди сравниваемых объектов нет эквивалентных, то между ними существует только отношение строгого порядка, обладающее свойствами:

- несимметричности: если $O_i > O_j$, то $O_j > O_i$;
- транзитивности: если $O_i > O_j, O_j > O_k$, то $O_i > O_k$;
- связности: $O_i > O_j$, или $O_j > O_i$.

В результате сравнения получается упорядоченная последовательность $O_1 > O_2 > \dots > O_n$, образующая серию, которой соответствует числовая система, где отношение порядка трансформируется в отношение "больше чем" или "меньше чем". На практике обычно применяют числовое представление упорядоченной последовательности сравниваемых объектов в виде натуральных чисел:

$$r_1 = (O_1) = 1, r_2 = (O_2), \dots, r_n = (O_n),$$

где $r_1, r_2, \dots, r_n$ – ранги объектов.

Если среди сравниваемых объектов есть эквивалентные, составляется упорядоченная последовательность, содержащая отношения эквивалентности:

$$O_a > O_b > O_c \sim O_d > \dots O_{n-1} \sim O_n$$

При групповом экспертном оценивании i -й эксперт присваивает j -му объекту ранг r_{ij} . В результате получается матрица рангов r_{ij} размерности $n \times m$, где m – количество экспертов, участвующих в оценивании ($i = 1, m$), n – число оцениваемых объектов ($i = \overline{1, n}$).

Парное сравнение представляет собой процедуру сравнения возможных пар сравниваемых объектов с целью установления между ними отношений порядка или эквивалентности.

Непосредственная оценка – это процесс приписывания объектам числовых значений в пределах 5-ти, 10-ти и 100 бальных шкал.

Последовательное сравнение является комплексной процедурой, включающей в себя ранжирование и непосредственную оценку сравниваемых объектов.

Репрезентативность результатов зависит от количества и компетентности специалистов. Для обеспечения достоверности результатов экспертного оценивания решающее значение имеет их обработка.

Получение групповой экспертной оценки суммированием индивидуальных оценок с компетентностью и значимостью показателей при изменении свойств оцениваемых объектов основывается на гипотезах о выполнении частного принципа Парето (оцениваемые объекты не различимы в групповом отношении, если они не различимы во всех индивидуальных оценках) и аксиом теории полезности фон Неймана–Моргенштерна.

Если P_1, P_2, P_3 – произвольные распределения $P_1, P_2, P_3 \in D$; a – некоторое число ($0 < a < 1$), то $P_1 < P_2$ только в том случае, если

$$aP_1 + (1-a)P_3 < aP_2 + (1-a)P_3.$$

Если P_1, P_2, P_3 – произвольные распределения $P_1, P_2, P_3 \in D$, причем $P_1 < P_2 < P_3$, то всегда найдутся два числа $0 < a < 1$ и $0 < \beta < 1$, для которых $P_1 < aP_2 + (1-a)P_1$ и $P_3 < \beta P_2 + (1-\beta)P_1$.

Коэффициенты компетентности экспертов вычисляют в зависимости от степени согласованности индивидуальных и групповых оценок.

Оценочные показатели имеют разную значимость, которая может измениться. Например, трудоемкость меняется в зависимости от демографической ситуации и уровня оплаты труда. Поэтому одной из проблем оптимизации является учет приоритетности показателей. Основные характеристики приоритетности: ряд предпочтительности, вектор приоритетов, вектор значимости. Наиболее распространены методы определения предпочтительности оценочных показателей на основе потерь показателей, энтропии и метода экспертных оценок.

Таким образом, существует достаточное количество методов оптимизации. Их недостатком являются сложность практического применения и аппарат, основанный на аддитивной теории множеств, что противоречит неаддитивности сложных систем. Последнего недостатка лишены теоретико-экспериментальные методы, заключающиеся в моделировании эволюции систем, вплоть до такого преобразования их структуры, которая наилучшим образом соответствует задаваемым внешним условиям. Такое соответствие определяется путем численных экспериментов, а в некоторых случаях, теоретически. Их применение позволяет обойти и другие проблемы, присущие классическим методам оптимизации (сложность нормализации показателей, определение предпочтительности, квалификация экспертов, технические сложности вычислений и т.п.).

Исследования, проведенные на основе рассмотренных методов моделирования, позволили сформулировать основные принципы реализации технологии и механизации монолитного каркасного высотного жилищного строительства.

*Основні праці:*

1. Бадеян Г.В. Технология и механизация возведения монолитных железобетонных конструкций. – К.: Наукова думка, 2003. – 406с.
2. Мхитарян Н.М., Бадеян Г.В. Основы технологии монолитного каркасного высотного жилищного строительства. – К.: Випол, 2001. – 402 с.
3. Абрамов С.В., Амбарцумян С.А., Бадеян Г.В. Греющая металлическая опалубка с полимерными электропроводными покрытиями// Промышленное строительство. – 1986. – № 2. – С.24-25.
4. Абрамов С.В., Амбарцумян С.А., Бадеян Г.В. Полимерные электронагреватели для греющих опалубок// Бетон и железобетон. – М. – 1985. – №10. – 27-28.
5. Абрамов С.В., Бадеян Г.В., Шапиро А.П., Кочергин А.К. Применение греющей опалубки с покрытием из электропроводного полипропилена// Передовой опыт в строительстве Москвы. Реферативный сб. – 1982, вып.3. – С. 12-14.
6. Абрамов С.В., Григорян В.И., Бадеян Г.В., Амроян П.А. Исследование температурного поля при обогреве бетонных конструкций в греющих опалубках// Изв. АН АрмССР, сер. техн. наук. – 1984. – №4. – С. 43-45.
7. Бадеян Г.В. Применение токопроводящего полипропилена в технологии зимнего бетонирования// Экспресс-информация " Современное состояние и тенденции развития больших городов в СССР и за рубежом". – 1981. Вып.2. – С. 4-6.
8. Бадеян Г.В. Греющие щиты опалубки с электропроводными полимерными покрытиями// Экспресс-информация " Современное состояние и тенденции развития больших городов в СССР и за рубежом". – 1981. Вып.2. – С. 9-10.
9. Бадеян Г.В. Эффективность применения фанерных греющих опалубок с покрытием из электропроводного полипропилена// Межвузовский сб. "Эффективность капитальных вложений в строительстве". – Ереван: ЕрПИ, 1987. – С.16-20.
10. Бадеян Г.В. Влияние толщины полимерных покрытий греющих опалубок на их электропроводность// Межвузовский сб. "Совершенствование технологии строительства из монолитного бетона и железобетона". – Ереван: ЕрПИ, 1988. – С.52-55.
11. Бадеян Г.В. Перспективы развития малоэтажного жилищного строительства// Промышленное и гражданское строительство. – М.: Стройиздат, 1987. – № 5. – С. 27-28.
12. Бадеян Г.В. Организация контроля качества монолитных железобетонных работ// Инженерная геодезия. – К.: КНУБА. – 2000. – Вып. 43. – С.46-50.
13. Бадеян Г.В. Основные направления политики жилищного строительства в условиях рынка// Містобудування та територіальне планування. – Вип. 5. – С.101-105.
14. Бадеян Г.В. Принципы определения парка опалубки для производства монолитных железобетонных работ// Вісник Рівненського держ. техн. ун-ту. – Рівне, 2000. – Вип. 2. – С.104-108.