

УДК 69.003, 519.226, 519.833

UDC 69.003, 519.226, 519.833

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

MODELING OF MANAGEMENT SITUATIONS IN CONSTRUCTION OF REAL ESTATE OBJECTS

Петриченко Григорий Семенович
к.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 3093-4136
Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, Petry_gr@mail.ru

Petrichenko Grigoriy Semenovich
Cand.Tech.Sci., professor
RSCI SPIN code: 3093-4136
Kuban State University of Technology, Krasnodar, Russia, Petry_gr@mail.ru

Петриченко Денис Григорьевич
студент факультета строительства и управления недвижимостью (ФСУН)
Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, denternext@gmail.com

Petrichenko Denis Grigorievich
student of the faculty of construction and management of real estate (FSUN)
Kuban State University of Technology, Krasnodar, Russia, denternext@gmail.com

В статье предлагается подход к построению методики моделирования управленческих ситуаций при строительстве объектов недвижимости с применением иерархической системы и выбор компании застройщика, которой будет поручено строительство объектов недвижимости. Разработана комплексная методика, на основании которой возможно прогнозировать проблемные ситуации, возникающие при строительстве объекта недвижимости и проводить научно обоснованный выбор компании застройщика

The article proposes an approach to constructing a methodology for modeling managerial situations in the construction of real estate objects using a hierarchical system and choosing a developer company to be charged with the construction of real estate. A comprehensive methodology has been developed on the basis of which it is possible to forecast problem situations that arise during the construction of a real estate object and conduct a scientifically valid choice of a developer company

Ключевые слова: СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ, РИСК, МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ, ПРИОРИТЕТНОСТЬ

Keywords: CONSTRUCTION OF REAL ESTATE OBJECTS, MODELING, DECISION-MAKING, RISK, HIERARCHY ANALYSIS METHOD, PRIORITY

Doi: 10.21515/1990-4665-129-011

Для решения задач управления при строительстве объектов недвижимости моделирование различных ситуаций является одним из эффективных методов принятия решений.

В основе моделирования управленческих ситуаций при строительстве объектов недвижимости применяется иерархическая система, которая представляет собой последовательно сформированные и детализированные многоуровневые модели. Такие модели должны отражать как нормальное функционирование системы при строительстве объектов недвижимости, так и различного рода отклонения, приводящие к возникновению проблем.

Этапы принятия и реализации управленческих решений могут быть следующие:

1. Рассмотрение управленческой ситуации.

2. Решение управленческой ситуации с применением иерархической системы моделирования.
3. Реализация управленческого решения по недопущению срыва сроков строительства объектов недвижимости и избежание дополнительных финансовых затрат.
4. Выбор застройщика для строительства объекта недвижимости.

Модель в виде иерархической системы строится как логическая и отображает причинно-следственные связи возникновения и развития ситуаций[1].

Построение модели состоит из двух этапов:

Первый этап — построение иерархической системы срывов сроков строительства объектов недвижимости и формулировка логического уравнения. Написание логического уравнения осуществляется на основе построенной иерархической системы, фрагмент которой представлен на рисунке 1. Например, логическое уравнение для 0-го и 1-го уровней будет следующее:

$$\Phi_0 = (\Phi_1 \vee \Phi_2 \vee \Phi_3 \vee \Phi_4), \text{ где}$$

$$\Phi_1 = (x_{1.1} \vee x_{1.2} \vee x_{1.3} \vee x_{1.4} \vee x_{1.5} \vee x_{1.6} \vee x_{1.7}),$$

$$\Phi_2 = (x_{2.1} \vee x_{2.2} \vee x_{2.3}), \quad \Phi_3 = (x_{3.1} \vee x_{3.2} \vee x_{3.3}), \quad \Phi_4 = (x_{4.1} \vee x_{4.2} \vee x_{4.3}).$$

Второй этап — решения уравнения.

С учетом ряда факторов формализация иерархической системы срывов сроков строительства объектов недвижимости в виде логического уравнения является по существу единственным способом, обеспечивающим обоснованное представление и решение всей совокупности ситуационных задач управления.

В таблице 1 дана расшифровка каждого из событий этой иерархической системы и представлены вычисленные вероятности с применением метода анализа иерархий [2,3].

Базируясь на вероятностных моделях рассмотренного типа, можно количественно оценивать эффективность различного рода организационно-технологических и технических мероприятий, направленных на разрешение управленческих ситуаций по своевременной сдаче объекта строительства в эксплуатацию.

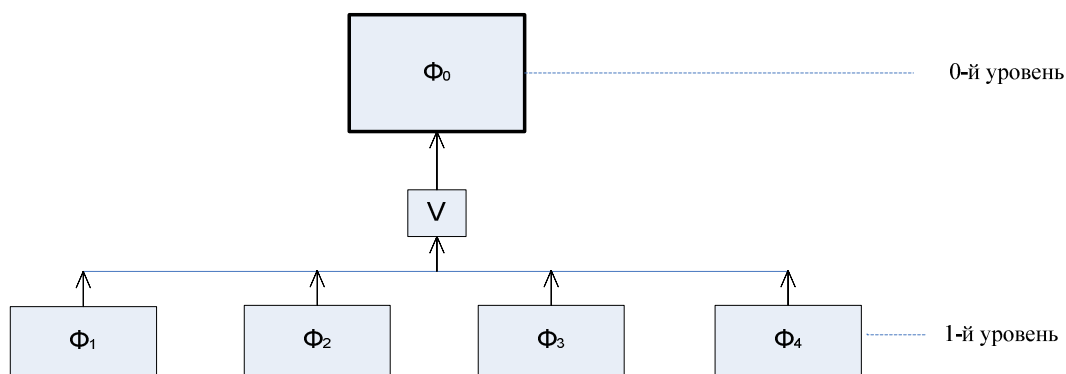


Рис. 1 Иерархическая система срыва строительства объекта недвижимости (нулевой и первый уровни)

Предложенная архитектура модели базируется на идеях иерархической системы причин срыва сроков строительства объектов недвижимости и строится с помощью стратегии “сверху вниз”.

Таблица 1 — Возможные причины срыва сроков строительства

Событие	Содержание событий	Обозначение вероятностей наступления элементарных событий
1	2	3
Φ_0	Срыв сроков строительства объектов недвижимости	$P\Phi_0=0,99$
Φ_1	Неготовность исходной разрешительной и проектной документации	$P\Phi_1=0,483$
$X_{1.1}$	Не предоставлено свидетельство на участок земли	$Px_{1.1}$
$X_{1.2}$	Не получено согласие собственника участка на строительство объекта	$Px_{1.2}$
$X_{1.3}$	Исходно-разрешительная документация на строительство объекта не согласована с контрольными органами (управление архитектуры, госконтроль, надзор и т.д.).	$Px_{1.3}$
$X_{1.4}$	Не проведены инженерные изыскания.	$Px_{1.4}$
$X_{1.5}$	Отступление от технических регламентов и нормативов.	$Px_{1.5}$
$X_{1.6}$	Завышенная проектная стоимость работ	$Px_{1.6}$
$X_{1.7}$	Использование устаревших нормативов.	$Px_{1.7}$
Φ_2	Некачественная организация работ	$P\Phi_2=0,048$
$X_{2.1}$	Не организованы подготовительные работы.	$Px_{2.1}$
$X_{2.2}$	Не составлена очередь проведения строительных работ.	$Px_{2.2}$
$X_{2.3}$	Не обеспечено строительство всеми видами ресурсов.	$Px_{2.3}$
Φ_3	Невыполнение подрядчиками своих работ	$P\Phi_3=0,0889$
$X_{3.1}$	Неисполнение подрядчиком своих договорных обязанностей.	$Px_{3.1}$
$X_{3.2}$	Неисполнение встречных обязанностей заказчика.	$Px_{3.2}$
$X_{3.3}$	Просрочка кредитора.	$Px_{3.3}$
Φ_4	Нарушение технологического производства	$P\Phi_4=0,3798$
$X_{4.1}$	Закупка некачественного строительного оборудования, не соответствующего ГОСТам по низким ценам.	$Px_{4.1}$
$X_{4.2}$	Некачественное выполнение внутренних отделочных работ.	$Px_{4.2}$
$X_{4.3}$	Недостаточная глубина закладки фундамента зданий и инженерных магистралей.	$Px_{4.3}$

Решение логического уравнения позволяет получить исчерпывающий список возможных сочетаний тех состояний элементарных событий, которые приводят к наступлению корневого события (возникновению ситуации), и тем самым формально перечислить все источники ситуаций. Для получения вероятностной оценки появления корневого события был использован метод анализа иерархий.

В таблице 2 представлена матрица попарных сравнений (МПС) срыв сроков строительства объектов недвижимости, где в качестве критериев берутся события: Φ_1 - неготовность исходной разрешительной и проектной

документации; Φ_2 - некачественная организация работ; Φ_3 - невыполнение подрядчиками своих работ; Φ_4 - нарушение технологического производства. Матрица попарных сравнений составляется в соответствии с разработанной методикой, в основу которой положен метод анализа иерархии (МАИ) [2, 3].

Таблица 2 — Матрица парных сравнений для первого уровня

Φ_0	Φ_1	Φ_2	Φ_3	Φ_4
Φ_1	1	2	4	3
Φ_2	0,5	1	0,333333	0,142857
Φ_3	0,25	3	1	0,2
Φ_4	0,333333	7	5	1

Процесс принятия управленческого решения по недопущению срыва строительства объекта недвижимости рассмотрим на примере идентификации возможных их причин.

Иерархия будет строиться с вершины Φ_0 — это главная цель проблемы идентификации или выявления причин срыва строительства объекта недвижимости. За целью следует уровень возможных факторов (критериев) срыва сроков строительства объектов недвижимости. Предполагается в качестве факторов использовать основные причины, влияющие на срыв сроков строительства (это будет первый уровень):

Φ_1 - неготовность исходной разрешительной и проектной документации. По этой причине сдвигаются во времени многие строительные процессы и этапы. Особенно это актуально, если имеет место сезонность строительства работ, что приводит к удорожанию строительных работ и незапланированным финансовым затратам.

Φ_2 - некачественная организация работ. По данной причине увеличивается себестоимость строительства, и возрастают эксплуатационные расходы.

Φ_3 - невыполнение подрядчиками своих работ. Несоблюдение сроков строительства и заявленные для оплаты объемы работ, которые не выполнил подрядчик, такие причины могут возникать с

недобросовестными подрядчиками строительных работ. При выявлении данного факта проводится экспертиза, на которую может уходить незапланированное время.

Φ_4 - нарушение технологического производства. По этой причине сдвигаются сроки строительства, и требуется дополнительное время на устранения дефектов при строительстве объекта.

Второй уровень это уровень возможных причин X_{ij} , где в качестве i — берется фактор срыва строительства, а в качестве j — возможная причина срыва сроков строительства.

Алгоритм определения вероятности $P_{x_{ij}}$ наступления того или иного события осуществляется путем построения квадратичной матрицы и дальнейшей обработки последовательности суждений лица, принимающего решение, или эксперта.

Решение управленческой ситуации с применением иерархической системы моделирования, включает следующие этапы.

Этап 1. Заполнение квадратичной матрицы (табл. 2) попарных сравнений выполняется по следующему правилу (табл. 3).

Матрицы попарных сравнений обладают свойством обратной симметрии, т.е.:

$$f_{ij} = 1 / f_{ji},$$

(1)

где $f_{ij} = \alpha_i / \alpha_j$; α_i, α_j - экспертные оценки элементов $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$; i — индекс строки; j — индекс столбца.

Матрица парных сравнений для первого уровня рисунок 1, представлена в таблице 2, которая получена на основе синтеза собственных векторов.

Целью данного этапа является нахождение относительной величины, ценности или вероятности каждого отдельного объекта Φ_i через заполнения матрицы по формуле (1).

Результаты парных сравнений отражают вероятность важности одного объекта над другим, при этом можно использовать шкалу относительной важности (см. табл. 3).

Парные сравнения проводятся в терминах доминирования одного из элементов над другим. При этом задаваемые вопросы попадают в одну из трех категорий: какой из элементов важнее или имеет большее воздействие? Какой из элементов более вероятен? Какой из элементов предпочтительнее? Результаты сравнений выражаются в целых числах в соответствии со шкалой относительной важности.

Таблица 3 - Шкала относительной важности

Интенсивность относительной важности	Определение
1	Равная важность
3	Умеренное превосходство одного над другим
5	Существенное или сильное превосходство
9	Очень сильное превосходство
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями
Обратные величины приведенных выше чисел	Значения для смежных элементов матрицы

В матрице сравнивается относительная важность левых элементов с элементами наверху. Поэтому если элемент слева доминирует над элементом наверху, то в клетку заносится положительное целое (от 1 до 9);

в противном случае — обратное число (дробь). Симметричные клетки матрицы автоматически заполняются обратными величинами.

Относительная важность любого элемента, сравниваемого с самим собой, равна 1.

Этап 2. Вычисление компонентов собственного вектора и получение оценки вектора приоритетов.

После проведения всех парных сравнений и ввода данных матрицы (см. табл.2) сначала сформируем набор (вектор) локальных приоритетов, которые выражают относительное влияние множества элементов на элемент примыкающего сверху уровня, а затем проверим их согласованность. Для получения оценки вектора приоритетов, необходимо сначала вычислить компоненты собственного вектора по строкам матрицы. Процедура определения собственных векторов состоит из перемножения n -элементов в строке матрицы и извлечения n -й степени из перемноженных элементов (т.е. геометрической средней по строкам матрицы).

Полученный таким образом столбец чисел нормализуется делением каждого числа на сумму собственных векторов. Нормализованный столбец чисел и будет являться вектором приоритетов. Согласованность локальных приоритетов проверим путем вычисления индекса согласованности (ИС) и отношения согласованности (ОС). Для индекса согласованности имеем

$$ИС = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1), \quad (2)$$

где n - число сравниваемых элементов; λ_{\max} - наибольшее собственное значение рассматриваемой матрицы суждений.

ИС предоставляет информацию о степени нарушения численной и транзитивной согласованности.

Отношение согласованности (ОС) получаем путем деления значения ИС на число, соответствующее случайной согласованности матрицы того же порядка (см. табл.4).

Таблица 4 - Случайной согласованности матрицы

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Величина ОС должна быть порядка 10% или менее, чтобы быть приемлемой. В некоторых случаях допускается 20%, но не более. Если ОС выходит за эти пределы, то необходимо вновь исследовать задачу и проверить все суждения.

Результаты вычисления компонентов собственного вектора и получение оценки вектора приоритетов представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты вычисления компонентов собственного вектора

Φ_0	Φ_1	Φ_2	Φ_3	Φ_4	Оценка собственного вектора по строкам	Вектор приоритетов W_i
Φ_1	1	2	4	3	2,884499141	0,483040764
Φ_2	0,5	1	0,333333	0,142857	0,287684791	0,048175948
Φ_3	0,25	3	1	0,2	0,531329285	0,08897687
Φ_4	0,333333	7	5	1	2,268030705	0,379806418
Сумма					5,971543922	1

Проверка согласованности вектора приоритетов представлена в таблице 6.

Таблица 6 — Результаты вычисления ИС и ОС

$\Phi_{ij} * W_i$	2,074719	$\lambda_{max} * W_i$	8,716923	ИС=0,067
	0,373613		1,569735	ОС=0,06
	0,430226		1,807593	
	1,322936		5,558309	
λ_{max}	4,201495			

Результаты вычисления показали, что отношение согласованности у нас менее 10% и являются приемлемы.

Из таблицы 5 видно, что Φ_1 (неготовность исходной разрешительной и проектной документации) и Φ_4 (нарушение технологического производства) воспринимаются экспертной группой как наиболее важные критерии при строительстве объекта недвижимости.

Выбор компании застройщика при строительстве объекта недвижимости можно осуществить, используя следующий алгоритм.

На первом этапе составляем статистические данные (см. табл. 7) за определенный промежуток времени о каждом застройщике (KZ_1 - KZ_5), претендующем на строительство объекта недвижимости. Статистические данные могут включать, количество случаев срыва сроков строительства по следующим причинам: Φ_1 - неготовность исходной документации; Φ_2 - некачественная организация работ; Φ_3 - невыполнение подрядчиком своих работ; Φ_4 - нарушение технологического производства.

На втором этапе происходит обработка этих статистических данных и выбор компании застройщика объекта недвижимости.

Таблица 7 — Статистические данные о компаниях застройщиках

	Φ_1	Φ_2	Φ_3	Φ_4	B_i
KZ_1	5	3	2	3	3,8771
KZ_2	4	2	0	4	3,5477
KZ_3	1	5	1	5	2,7119
KZ_4	2	4	5	5	3,5027
KZ_5	3	7	3	3	3,1927
w_j	0,483040764	0,048175948	0,08897687	0,379806418	

Обработку статистических данных можно осуществить, применяя следующее выражение:

$$B_i = \sum_{j=1}^n W_j a_{ij}, \quad (3)$$

где a_{ij} - статистические данные о количестве срывов сроков строительства застройщиком объекта недвижимости по разным причинам (факторам); B_i - математическое ожидание данной случайной величины или среднее взвешенное выбора застройщиков объекта недвижимости с вектором приоритетов W_j по факторам.

Применим для выбора застройщика следующий критерий:

$$KЗ = \min B_i$$

По представленному критерию, можно выбрать застройщика с минимальным количеством сроков срыва при строительстве объекта недвижимости. В нашем примере это будет третий застройщик, который набрал следующие значения $KЗ_3 = 2,7119$.

На основе предложенной методики возможно прогнозировать проблемные ситуации, возникающие при строительстве объекта недвижимости и проводить научно обоснованный выбор оптимального застройщика.

Список литературы

1. Петриченко, Г.С. Методика моделирования управленческих ситуаций с применением иерархической системы неисправностей / Г.С. Петриченко, Ю.С. Поверенный // Журнал «Автоматизация и современные технологии» - М.: ОАО «Издательство «Машиностроение»», 2007 г., №10. — с.42-45.
2. Петриченко, Г.С. Построение программы поиска неисправностей в электронных блоках средств вычислительной техники с применением метода анализа иерархий / Г.С. Петриченко, Н.Ю. Нарыжная, М.Ю. Срур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2011. - № 69. - С. 13-22.
3. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. — М.: Радио и связь, 1993.

References

1. Petrichenko, G.S. Metodika modelirovanija upravlencheskih situacij s primeneniem ierarhicheskoj sistemy neispravnostej / G.S. Petrichenko, Ju.S. Poverennyj // Zhurnal

«Avtomatizacija i sovremennye tehnologii» - M.: OAO «Izdatel'stvo "Mashinostroenie"», 2007 g., №10. — s.42-45.

2. Petrichenko, G.S. Postroenie programmy poiska neispravnostej v jelektronnyh blokah sredstv vychislitel'noj tehniki s primeneniem metoda analiza ierarhij / G.S. Petrichenko, N.Ju. Naryzhnaja, M.Ju. Srur // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. — 2011. - № 69. - S. 13-22.

3. Saati, T. Prinjatje reshenij. Metod analiza ierarhij / T. Saati. — M.: Radio i svjaz', 1993.