

УДК.72.01

М. Г. Бадюл,
*магістр арх., аспірант КНУБА***СТРУКТУРИЗАЦИЯ ЦЕЛЕЙ И МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ
СПОРТИВНО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ДЕТЕЙ
ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

Аннотация: использование метода анализа иерархий (МАИ) для анализа архитектурных объектов на примере выбора проекта для реконструкции дворового пространства.

Ключевые слова: система, иерархическая структура, системный анализ.

Архитектурные объекты в структуре города, имеющие одинаковую основную функцию, можно классифицировать относительно удаленности от жилья, транспортной и пешеходной доступности. Так возникает система объектов, в которой каждый ее член имеет свои особенности планировочные и функциональные. Для понимания процессов взаимодействия всех компонентов как внутри городской системы, так компонентов непосредственно каждого объекта возникает необходимость системного анализа, где необходимо учитывать не только элементы системы и их взаимодействие, но и иерархическую структуру всех компонентов. Также при анализе или сравнении объектов возникает проблема оценки не только материальных или нематериальных качеств объекта уже определенных в количественных параметрах, но и в оценке субъективных качеств объекта или процессов, имеющих духовный характер. Для более эффективного решения подобных задач предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ) предложенный американским ученым Т. Саати «Принятие решений. Метод анализа иерархий». Этот метод дает возможность рассмотреть структурированную иерархическую систему в целом, влияние отдельных компонентов на основную цель анализа и предлагает эффективную оценку не только количественных параметров, но и субъективных качеств объектов.

Спортивно-развлекательные сооружения в структуре города также можно отнести к иерархической системе. И процессы внутри каждого объекта необходимо системно анализировать. Рассмотрим пример использования метода МАИ на примере выбора проекта для реконструкции дворового пространства. Структуризация данного подхода была рассмотрена М.Г. Бадюл «Применение методов системного подхода и системного анализа для оценки выбора архитектурно планировочных решений».

Двор - открытое организованное придомовое пространство. Это тип сооружений является универсальным и самым близкорасположенным и доступным для детей, поэтому спортивно-развлекательная функция в нем является очень важной. Двор также имеет свою структуру, в которой можно выделить основные степени восприятия пространства: площадка, комплекс площадок, вся территория двора и внешние связи, также внутри каждой степени организации есть факторы, влияющие на основную функцию. Как пример рис.1.

При оценке дворового пространства можно выделить такие степени организации: площадка, территория двора и внешние связи. Каждый из уровней имеет свои факторы оценки.



Рис.1. Планировочная структура дворового пространства

Рассмотрим пример выбора проекта для реконструкции двора площадью 850м². Имеется четыре проекта реконструкции: А, В, С, D. Во всех проектах предусмотрены зоны: для спортивных игр детей и взрослых с оборудованием, зоны для игр малышей, тихие зоны с лавочками и беседками, транзитные дорожки, парковка и хозяйственные зоны. Целью анализа является оценка эффективности проектов, учитывая множество предложенных факторов. Задача заключается в выборе наиболее эффективного из четырех предложенных проектов.

Проект А. В этом проекте предусмотрено:

- поле для баскетбола,
- большая площадка с гимнастическими тренажерами,
- детский городок,
- две песочницы с площадками возле них для детей дошкольного возраста,
- отдельно расположенная тихая зона с лавочками и беседкой,
- большая зеленая зона с лужайкой,
- две парковки на 20 машин,
- две хоз. зоны.

Проект В. В этом предложении центральная часть выделена мощеной площадкой на которой проводятся подвижные игры. В этом проекте также предусмотрено:

- поле для баскетбола и волейбола,
- отдельно площадка с баскетбольным кольцом,
- площадка с гимнастическими тренажерами,
- детский городок,
- одна большая песочница с площадкой возле нее для детей дошкольного возраста,
- отдельно расположенная тихая зона с лавочками и беседкой,
- зеленая зона с лужайкой,
- две парковки на 30 машин,
- две хоз. зоны.

Проект С. Это проект с ярко выраженной спортивной функцией. Тут предусмотрено:

- поле для баскетбола и волейбола, зимой трансформирующееся в каток,
- площадка с гимнастическими тренажерами,
- большой детский городок,
- одна песочница с площадкой возле нее для детей дошкольного возраста,
- отдельно расположенная тихая зона с лавочками,
- зеленая зона с лужайкой,

- две парковки на 35 машин,
- две хоз. зоны.

Проект D. Это проект, где большее внимание уделено озеленению и тихим зонам отдыха. В этом проекте предусмотрено:

- поле для баскетбола и волейбола,
- площадка с гимнастическими тренажерами,
- детский городок,
- одна песочница с большой площадкой возле нее для детей дошкольного возраста,
- отдельно расположенная тихая зона с лавочками и двумя беседками,
- зеленая зона с лужайкой и посадкой деревьев,
- две парковки на 25 машин,
- две хоз. зоны.

Используя предложенную функционально-планировочную структуру рассмотрим имеющиеся факторы для оценки эффективности предложенных проектов.

На уровне **спортивно-игровой площадки:**

Зоны оборудования – количество оборудования:

A - 8, B - 10, C - 13, D – 6.

Площадь занимаемых спортивно-игровых площадок:

A – 200м², B – 250м², C – 300м², D – 180м².

Буферные зоны – зоны для трансформации и дополнительного оборудования:

A – 60м², B – 80м², C – 80м², D – 50м².

Вместимость – максимально возможное количество человек, одновременно занимающихся на оборудовании:

A – 80 чел., B – 100 чел., C – 140 чел., D – 70 чел.

На уровне всей **остальной активной структуры двора:**

Зоны оборудования – количество оборудования (для малышей, лавочки, беседки, ...):

A - 12, B - 10, C - 8, D – 14.

Площадь:

A – 150м², B – 90м², C – 100м², D – 120м².

Транзитные зоны – пешеходные дорожки, площадки мощеные, прогулочные.

A – 165м², B – 215м², C – 185м², D – 155м².

Функциональная структура – оценивается методом МАИ.

На уровне всей **территории двора:**

Озеленение – площадь:

A – 300м², B – 240м², C – 200м², D – 350м².

Инсоляция - у всех объектов одинаковая.

Размеры – общая площадь территории. У всех объектов одинаковая.

Конфигурация - у всех объектов одинаковая.

Ландшафтные ограничения - у всех объектов одинаковая.

Композиционное взаимодействие – оценка всех композиционных элементов.

Оценивается методом МАИ.

Искусственное освещение - оценивается методом МАИ.

Парковка – количество парковочных мест:

A - 20, B - 30, C - 35, D – 25.

Изолированность – количество входов и въездов во двор. У всех объектов одинаковая.

На уровне **внешних связей** – т.к. рассматриваются проекты реконструкции имеющегося дворового пространства, то внешние связи не меняются и остаются во всех вариантах проектов одинаковые.

Рассматривая основную цель анализа - оценка эффективности проектов, строим иерархическую структуру, в которой отображаем цель анализа, критерии анализа (факторы и степени планировочной организации) и альтернативы – предлагаемые проекты (рис.2). Выбор данной декомпозиции дает возможность в том числе оценить и роль спортивно-игровой функции внутри каждого из проектов.

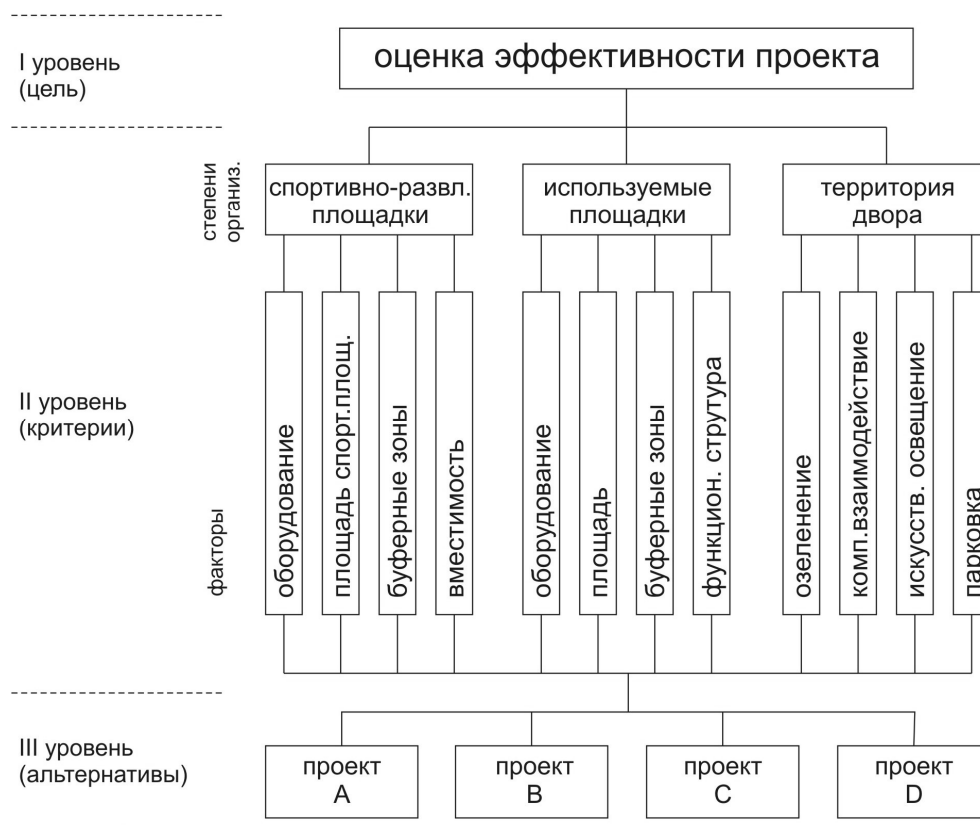


Рис.2. Иерархическая структура задачи определения эффективности проектов для реконструкции дворового пространства

Рассматриваемая иерархическая структура имеет три уровня иерархии – цель, критерии, альтернативы.

В вершине иерархии - I уровне - рассматривается глобальная цель - нахождение наиболее эффективного проекта. В качестве целевой функции рассматривается безразмерная величина, полученная путем линейной свертки оценок по каждой из составляющих критериев второго уровня (степеней организации).

Элементами II уровня являются критерии оценки. Для определения веса спортивно-игровой функции в проекте вводятся подуровни, т.е. критерии включают в себя степени организации дворового пространства и факторы внутри них. В каждой из трех степеней рассматриваются свои факторы и находятся их приоритеты относительно глобальной цели. Здесь критерий оценки спортивно-развлекательной функции заложен в спортивно-игровой степени организации, а другие функции в остальных используемых площадках и оценке всей территории двора. Проводятся оценки рассматриваемых альтернатив по каждому из критериев (факторов). Далее в предложенной декомпозиции рассматриваются веса факторов внутри степеней организации и находятся оценки этих степеней организации для каждой из альтернатив.

Элементами нижнего III уровня альтернатив являются варианты достижения цели – рассматриваемые четыре проекта.

Для проведения вычислений в рамках МАИ формируются квадратные матрицы, в которых вычисляются веса рассматриваемых критериев, и вычисляются приоритеты. Если существуют объективные оценки, то они просто выписываются и нормируются таким образом, чтобы их сумма была равна единице. Для проведения субъективных оценок (когда нет возможности численно оценить ситуацию) используется метод парных сравнений, предложенный Т. Саати «Принятие решений. Метод анализа иерархий», для этого формируется матрицы парных сравнений элементов.

Когда проблема представлена иерархически, матрицы парных сравнений составляется также для сравнения относительной важности критериев на втором уровне по отношению к общей цели. Затем подобные матрицы строятся для сравнения альтернатив по отношению к каждому из критериев второго уровня.

Пусть n множество элементов некоторого уровня иерархии. Матрица парных сравнений n элементов является квадратной (таблица 1).

Таблиця 1. Матрица парных сравнений.

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

Пусть A_1, A_2, \dots, A_n множество n элементов некоторого уровня иерархии и w_1, w_2, \dots, w_n абсолютные веса этих элементов, которые неизвестны заранее и которые следует найти. По результатам заполнения в ходе опроса матрица должна обладать свойством обратной симметричности

$$a_{ij} = 1/a_{ji}, \quad i=1, \dots, n, \quad j=1, \dots, n \quad (1)$$

В идеале при полной согласованности суждений элементы матрицы парных сравнений имеют вид:

$$a_{ij} = w_i / w_j, \quad i=1, \dots, n, \quad j=1, \dots, n \quad (2)$$

Они должны быть пропорциональны весам сравниваемых элементов. Такая матрица естественным образом обладает свойством обратной симметричности, т.е.

$$a_{ji} = w_j / w_i = 1/a_{ij}, \quad i=1, \dots, n, \quad j=1, \dots, n \quad (3)$$

На основе выраженных численно результатов парных сравнений потом решается задача нахождения весовых коэффициентов w_1, w_2, \dots, w_n сравниваемых элементов иерархического описания проблемы.

Рассмотрим реализацию рассматриваемого метода на примере выбора наиболее эффективного проекта двора. Для этого проводим расчет эффективности факторов и эффективность степеней организации для каждой из рассматриваемых альтернатив.

В рассматриваемой схеме (рис. 1) потребуется сформировать шестнадцать матриц: пятнадцать по второму уровню (уровню критериев) - двенадцать по каждому из факторов и три по каждой из степеней, определяя их

сравнительную важность факторов внутри них, и одну для третьего (уровню альтернатив), определяя приоритеты эффективности относительно глобальной цели.

В результате мы получаем глобальные приоритеты предлагаемых проектов относительно нахождения наибольшей эффективности из данного многокритериального выбора и приоритеты спортивно-игровой функции в каждой из предложенных альтернатив.

Для примера построения матриц рассмотрим оценку эффективности относительно глобальной цели количественно-выраженного фактора (количество оборудования) и оценку субъективного фактора (функциональной структуры).

Если рассматриваются объективные оценки, то они просто выписываются и нормируются таким образом, чтобы их сумма была равна единице. Как пример таблица 1.

Таблица 1. Оценка оборудования спортивно-игровых площадок.

	Оборудование / шт.	Нормир. значение
A	8	0,22
B	10	0,27
C	13	0,35
D	6	0,16
	37	1

Для проведения субъективной оценки (когда нет возможности численно оценить ситуацию) формируется матрицы парных сравнений.

В данном примере используются простые дроби в качестве шкалы сравнения, затем дроби переводятся в десятичные, суммируются строки и результаты нормируются, получая вес рассматриваемого фактора в каждой из альтернатив. Как пример таблицы 2, 3.

Таблица 2. Матрица парных сравнений функциональной структуры площадок двора.

	A	B	C	D
A	1	2/1	2/3	1/2
B	1/2	1	1/3	1/3
C	3/2	3/1	1	2/3
D	2/1	3/1	3/2	1

Таблица 3. Определение веса фактора «функциональная структура площадок» для каждого из проектов.

	A	B	C	D	сумма	норм.
A	1	2	0,67	0,5	4,17	0,2
B	0,5	1	0,33	0,33	2,16	0,1
C	1,5	3	1	0,67	6,17	0,3
D	2	3	1,5	1	7,50	0,4
					20	1

В ходе дальнейших вычислений находим веса эффективности всех рассматриваемых глобальных критериев (степеней организации), проводим их линейную свертку и получаем результат эффективности по каждому из предлагаемых альтернатив-проектов (табл. 4).

Таблица 4. Эффективность проектов реконструкции.

	Спортивные площадки	Др. активные зоны	Территория	сумма
A	0,211	0,245	0,2344	0,6904
B	0,306	0,1883	0,2476	0,7419
C	0,341	0,2434	0,1908	0,7752
D	0,175	0,3233	0,3272	0,8255

Из данного результата видим, что проект D является наиболее эффективным из четырех предлагаемых проектов. При этом, эффективность спортивно-развлекательной функции получила наибольшую оценку в проекте C.

При необходимости возможно рассмотрение эффективности проектов с учетом стоимости их реализации. Для этого необходимо ввести дополнительный уровень иерархии, где с помощью дополнительной матрицы находятся отношения эффективности на единицу стоимости предлагаемых альтернатив.

Вывод.

При оценке или сравнения архитектурных объектов возникает необходимость рассматривать их как систему с иерархической структурой. Применяя методологию системного анализа предложен пример оценки

ефективності проектів по реконструкції двора з допомогою метода аналізу ієрархій. Рассматриваемый подход к анализу архитектурных объектов дает возможность учитывать как объективные, так и субъективные качества объектов.

Литература:

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иєрархій // Москва, Радио и связь, 1993г.
2. Бадюл М.Г. Применение методов системного подхода и системного анализа для оценки выбора архитектурно планировочных решений. / Бадюл М. // Традиції та новації у вищій архітектурно-художній освіті / Під загальною редакцією Трегуб Н.Є. – Харків: ХДАДМ, 2012 № 1 - С.80-89.
3. Бадюл М.Г. Факторы, влияющие на оценку эффективности спортивно-развлекательных сооружений. / Бадюл М. // Містобудування та територіальне планування. Наук.-техн. збірник / Відпов. ред. М.М. Осетрін – КНУБА, 2012. – Вип. 43. – С.32-40.
4. Ромуальд Вирилло. Спортивные сооружения. Проектирование и строительство // Аркады 1968г.
5. Крижановська Н.Я. Автореферат дисс... д-ра арх-ри, 18.00.02: “Методологічні основи містобудівного проектування рекреаційного середовища для дітей”. – Київ, 1997. – 34с.

Анотація

Використання методу аналізу ієрархій (МАІ) для аналізу архітектурних об'єктів на прикладі вибору проекту для реконструкції простору.

Ключові слова: система, ієрархічна структура, системний аналіз.

Annotation

The hierarchy analysis method is used for the selection of the optimal project for a courtyard reconstruction.