

ГБПОУ РО «Каменский химико-механический техникум»

**Межрегиональная студенческая научно-практическая конференция, посвящённая
Дню российской науки и технологий
«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ
СООРУЖЕНИЙ»**

Презентация по теме:

***«Технико-экономическое обоснование выбора
проекта методом анализа иерархий»***

Автор: Макаренко Анастасия Евгеньевна
студентка 3-го курса, специальность
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий
и сооружений

Руководитель: Лаптев Денис Владимирович
преподаватель ГБПОУ РО КХМТ



Ростов-на-Дону 2023год

Содержание

Введение	3
1. Суть метода анализа иерархий.	4
2. Техничко-экономическое обоснование вариантного выбора проектного решения	7
3. Анализ результатов расчета выбора проектного решения.	11
Заключение	13
Библиография и информационные источники	14

Введение

Метод анализа иерархий (МАИ) — математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений.

Этот метод разработан американским ученым Томасом Л. Саати в 1970 году, с тех пор он активно развивается и широко используется на практике. Метод анализа иерархий можно применять не только для сравнения объектов, но и для решения более сложных проблем управления, прогнозирования и др.

Основным достоинством метода анализа иерархий является высокая универсальность — метод может применяться для решения самых разнообразных задач: анализа возможных сценариев развития ситуации, распределения ресурсов, составления рейтинга клиентов, принятия кадровых решений, и др.

Недостатком метода анализа иерархий является необходимость получения большого объема информации от экспертов. Метод в наибольшей мере подходит для тех случаев, когда основная часть данных основана на предпочтениях лица, принимающего решения, в процессе выбора наилучшего варианта решения из множества существующих альтернатив.

Чаще всего метод используется для решения инвестиционных и социальных проблем, но так же, используется в строительстве например сравнение технико-экономических показателей или технико-экономическое обоснование проекта строительства.

Методика была апробирована при оценке научно-технического уровня ряда проектов в области капитального строительства с 1975 г. В том числе и в СССР и России.

1. Суть метода анализа иерархий.

Одна из центральных задач МАИ- построение системы критериев для оценки проекта, т.е. совокупности критериев, необходимой и достаточной для оценки проекта и организованной по определенным правилам.

Иерархия критериев определяется числом уровней иерархии, конкретным перечнем критериев на каждом уровне и связями между ними, образующими «деревья» критериев и включает:

первый уровень- на котором фиксируется глобальная цель проекта;

второй уровень- на котором указываются основные критерии (экономические, технико-экономические, социальные и т.д.);

третий уровень, на котором фиксируются критерии уточняющие понимание сути критериев, расположенных на втором уровне.

При необходимости фиксируется четвертый, пятый и т.д., детализирующие содержание предыдущих критериев.

Таблица 1. Структура матрицы попарных

Критерий на уровне Y	Последовательность критериев, взятых с уровня Y+1, связанных с рассматриваемым критерием на ур. Y=1,2,..., N-1			
	K1	K2	K3	KL
K1	1	A12	A13	A1L
K2	1/A12	1	A23	A2L
K3	1/A13	1/A23	1	A3L
KL	1/A1L	1/A2L	1/A3L	1

Таблица 2. Шкала относительной важности критериев

Качественное определение	Интенсивность относительной важности
Равная важность критериев	1
Умеренное превосходство одного критерия над другим	3
Существенное или сильное превосходство	5
Значительное превосходство	7
Очень сильное превосходство	9
Промежуточные решения между суждениями	2,4,6,8

1. Суть метода анализа иерархий.

На последнем уровне фиксируется два или более рассматриваемых варианта проекта.

Последовательно по каждой связи критериев составляются матрицы попарного сравнения. Каждая матрица имеет размерность, соответствующую числу сравниваемых критериев. Структура матриц попарных сравнений приведена в таблице 1. Оценка критериев относительно друг друга производится по шкале относительной важности критериев таблица 2.

Все элементы по диагонали матрицы равны 1. Матрица попарных сравнений обратносимметрична относительно единичной диагонали, что вытекает из процедуры попарных сравнений.

Каждая матрица попарных сравнений должна быть проверена на согласованность использованных оценок отношений сравнения. Если проверка удовлетворяется, то матрица используется в дальнейшей работе.

В противном случае ее следует скорректировать, еще раз проверив значения отношений сравнения или, реже, изменением декомпозиции иерархии критериев.

Проверка на согласованность состоит из следующих формальных операций. Для рассматриваемой МПС вычисляется наибольшее собственное значение матрицы, обозначаемое L_{\max} . После этого определяется индекс согласованности (ИС):

$$\text{ИС} = (L_{\max} - m) / (m - 1), \quad (2.1)$$

где m - размерность рассматриваемой МПС
Индекс согласованности не должен быть больше « m ».
Далее определяется оценка согласованности (ОС):

$$\text{ОС} = \text{ИС} / S, \quad (2.2)$$

где S - значение случайной согласованности, зависящее от размерности матрицы « m » (определяется по таблице 3).

Значение ОС не должно превышать 0,1, в крайнем случае 0,2. В процессе апробации методики при несогласованности матриц проходит их корректировка.

1. Суть метода анализа иерархий.

Максимальное собственное значение определяется по выражению:

$$L_{\max} = V1*P1 + V2*P2 + \dots + Vm*Pm, \quad (2.3)$$

где $V1, V2, \dots, Vm$ - суммы значений по столбцам матрицы ПС,

$P1, P2, \dots, Pm$ - нормативные значения КСВ.

Далее определяются локальные приоритеты критериев. Под локальными приоритетами критериев понимаются количественные оценки значимости критериев, находящихся в составе одной группы, по отношению к вышестоящему критерию, с которым связана данная группа критериев.

Для матриц попарных сравнений процедура вычисления локальных приоритетов сводится к определению нормированных значений собственного вектора матрицы (таблица 4).

Таблица 3. Значение случайных согласованностей..

Размерность МПС, m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Таблица 4. Определение собственного вектора матрицы.

Матрица попарных сравнений	Формулы для компонентов собств. Вектора (КСВ) по строкам	Значение КСВ	Нормированные знач. КСВ
$ \begin{matrix} K_0 & K_1 & K_2 & \dots & K_m \\ K_1 & 1 & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ K_2 & A_{21} & 1 & \dots & A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_m & A_{m1} & A_{m2} & \dots & 1 \end{matrix} $	$ \begin{matrix} (1 * A_{12} * \dots * A_{1m})^{1/m} = \\ (1 * A_{21} * \dots * A_{2m})^{1/m} = \\ \dots \\ (A_{m1} * A_{m2} * \dots * 1)^{1/m} = \end{matrix} $	$ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{matrix} $	$ \begin{matrix} P_1 = a_1/a \\ P_2 = a_2/a \\ \dots \\ p_m = a_m/a \end{matrix} $
Суммы По столбц.	$V_1 \quad V_2 \quad \dots \quad V_m$	a	1,000

2. Техничко-экономическое обоснование вариантного выбора проектного решения

Для строительства детского сада на 90 мест выбирается два проекта для технико-экономического обоснования. **Проект А-** детский сад на 90 мест из трех блоков- двух групповых и одного административного (рис. 1). **Проект В-** детский сад на 90 мест с совмещенными двумя блоками. Оба здания двухэтажные (рис. 2).

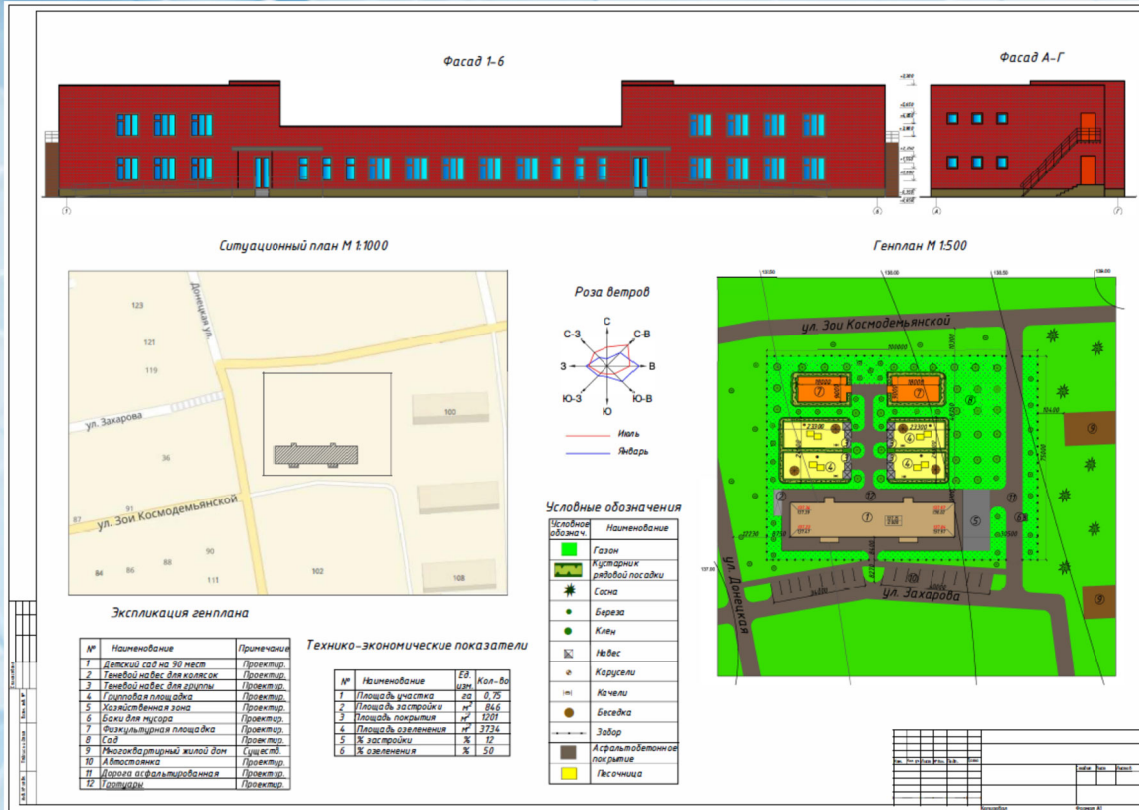


Рис. 1 Проект А



Рис. 2 Проект В

2. Техничко-экономическое обоснование вариантного выбора проектного решения

В таблице 5 приведены данные этих проектов для сравнения.

На основе данных двух проектов строим иерархию: на первой ступени общая цель, на второй- заказчик(К1), подрядчик (К2), потребитель (К3), общеэкономические показатели (К4), на третьей показателя, на четвертом варианты проектов. В итоге построена иерархия (рис. 3).

В условиях рыночной экономики интересы заказчика здания расцениваются как имеющие существенное превосходство над интересами подрядчика. Интересам потребителя отдано лёгкое превосходство над заказчиком с лёгкой интенсивностью 2. Заказчик рассматривается предпочтительнее чем общеэкономические интересы с легкой интенсивностью. Потребитель имеет сильное превосходство над подрядчиком и довольно сильное, с интенсивностью 4, над материалоемкостью, а материалоемкость рассматривается с легким превосходством над интересами подрядчика.

На следующих уровнях проводятся сравнения на каждом узле по шкале относительной важности (таблица 2), и соответственно составляем матрицы попарных сравнений.

Таблица 5. Значение показателей оцениваемых проектов.

№	Показатели проектов	Единица измерения	Значения по вариантам		Шифр
			А	В	
1.	Стоимость зданий (СМР)	млн. руб.	27,409	21,840	К11
2.	Стоимость 1 м ²	руб./м ²	24621	20741	К12
3.	Стоимость на 1 место	руб./мес.	304544	242667	К13
4.	Коэффициент целесообразности планировки	-	0,87	0,69	К14
5.	Технологичность монтажа (ур. сборности ж/б конструкции)	м ³ / м ²	0,5	0,36	К21
6.	Трудозатраты удельные	чел.-ч./ м ²	2,08	2,5	К22
7.	Трудозатраты общие	чел.-ч.	2313,11	2625,13	К23
8.	Уровень сантехнической оснащённости	м ² /чел.	1,42	0,6	К31
9.	Площадь помещений для персонала	м ²	65,2	42	К32
10.	Площадь полезная на 1 место	м ² /мес.	11,77	9,63	К33
11.	Материалоемкость: Кирпич	тыс. шт.	252,0	68,3	К41
12.	Бетон и железобетон	м ³	404,62	1190,25	К42
13.	Цемент	т	582	365	К43
14.	Сталь приведенная к классу А-240	т	48	68	К44

2. Техничко-экономическое обоснование вариантного выбора проектного решения

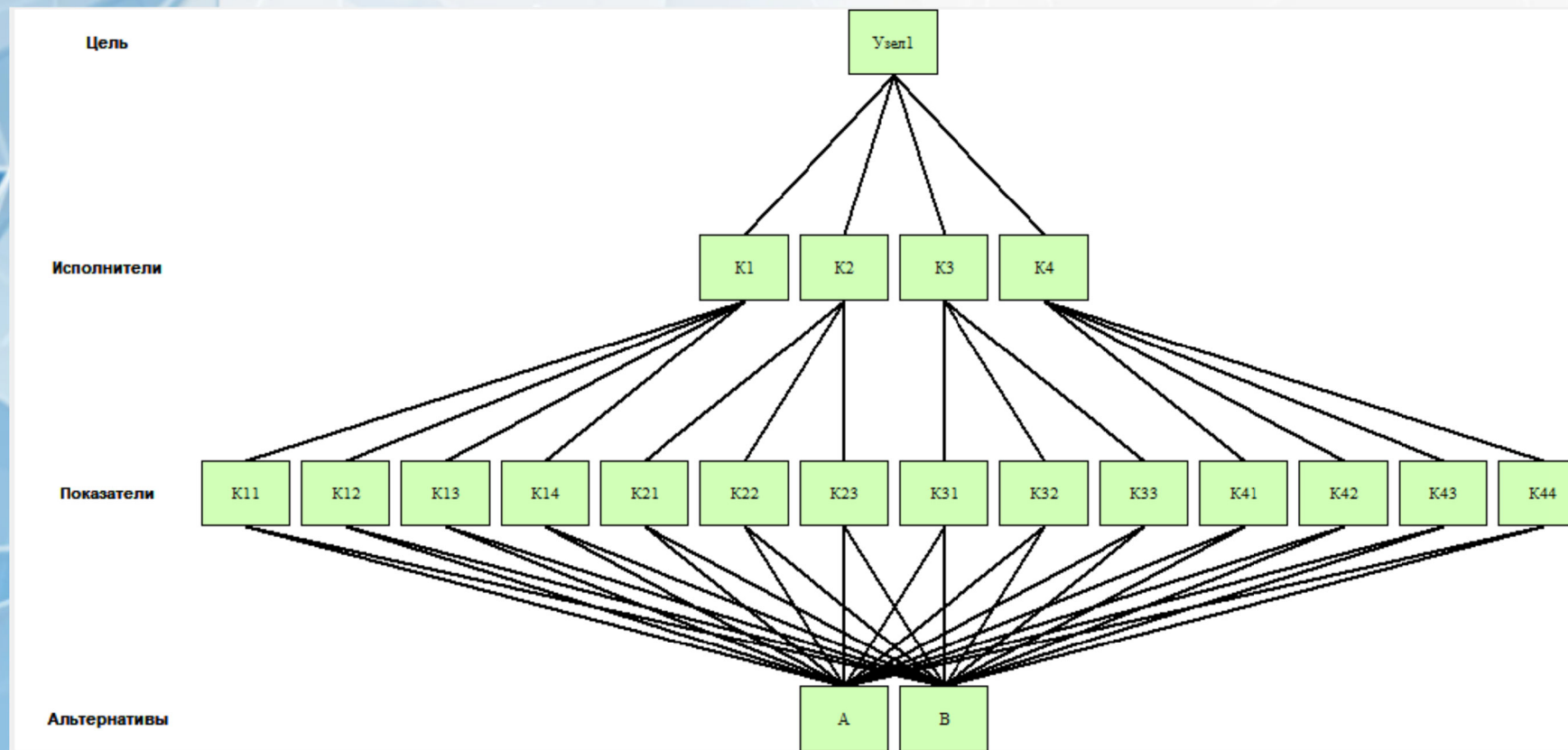


Рис. 3 Иерархия рассматриваемых вариантов

Матрица попарных сравнений второго уровня:

К0	К1	К2	К3	К4	Вес	Оценка согласованности ОС=0,081
К1	1	5	0.5	2	0.293	
К2	0.2	1	0.2	0.5	0.074	
К3	2	5	1	4	0.495	
К4	0.5	2	0.25	1	0.137	

2. Техничко-экономическое обоснование вариантного выбора проектного решения

Матрицы попарных сравнений третьего уровня:

K1	11	12	13	14	Вес	Оценка согласованности OC=0,073
11	1	3	2	1	0.353	
12	0.33	1	0.2	0.33	0.081	
13	0,5	5	1	2	0.328	
14	1	3	0.5	1	0.237	

K2	11	12	13	Вес	Оценка согласованности OC=0,057
11	1	0,2	0,14	0.353	
12	5	1	0.33	0.081	
13	7	3	1	0.328	

K3	11	12	13	Вес	Оценка согласованности OC=0,032
11	1	0,33	0,2	0.105	
12	3	1	0.33	0.258	
13	5	3	1	0.637	

K4	11	12	13	14	Вес	Оценка согласованности OC=0,256
11	1	0,33	1	0,2	0.100	
12	3	1	0.25	0.33	0.145	
13	1	4	1	0,2	0.213	
14	5	3	5	1	0.542	

Матрицы попарных сравнений 4 уровня:

K11	A	B	Векторы приоритетов	K12	A	B	Векторы приоритетов
A	1	0,5	P11 A=0,333	A	1	0,5	P12 A=0,333
B	2	1	P11 B=0,667	B	2	1	P12 B=0,667

K13	A	B	Векторы приоритетов	K14	A	B	Векторы приоритетов
A	1	0,33	P13 A=0,250	A	1	3	P14 A=0,750
B	3	1	P13 B=0,750	B	0,33	1	P14 B=0,250

K21	A	B	Векторы приоритетов	K22	A	B	Векторы приоритетов
A	1	3	P21 A=0,750	A	1	2	P22 A=0,667
B	0,33	1	P21 B=0,250	B	0,5	1	P22 B=0,333

K23	A	B	Векторы приоритетов	K31	A	B	Векторы приоритетов
A	1	3	P23 A=0,750	A	1	4	P22 A=0,800
B	0,33	1	P23 B=0,250	B	0,25	1	P22 B=0,200

K32	A	B	Векторы приоритетов	K33	A	B	Векторы приоритетов
A	1	3	P32 A=0,750	A	1	3	P33 A=0,750
B	0,33	1	P32 B=0,250	B	0,33	1	P33 B=0,250

K41	A	B	Векторы приоритетов	K42	A	B	Векторы приоритетов
A	1	0,2	P41 A=0,167	A	1	4	P42 A=0,800
B	5	1	P41 B=0,833	B	0,25	1	P42 B=0,200

K43	A	B	Векторы приоритетов	K44	A	B	Векторы приоритетов
A	1	0,33	P43 A=0,250	A	1	4	P44 A=0,800
B	3	1	P43 B=0,750	B	0,25	1	P44 B=0,200

3. Анализ результатов расчета выбора проектного решения.

По результатам вычислений установлены локальные и глобальные приоритеты. Значение глобального интегрального приоритета, вариантов А и В, равны:

$$IP(A) = 0,0344 + 0,0059 + 0,0241 + 0,0521 + 0,0196 + 0,004 + 0,0182 + 0,0416 +$$

$$0,0958 + 0,2365 + 0,0023 + 0,0159 + 0,0073 + 0,0594 = 0,629 \text{ (62,9\%)}$$

$$IP(B) = 0,069 + 0,0158 + 0,0721 + 0,0174 + 0,0065 + 0,002 + 0,0061 + 0,0104 +$$

$$0,0319 + 0,0114 + 0,0040 + 0,0606 + 0,0219 + 0,0149 = 0,371 \text{ (37,1\%)}$$

Полученные значения глобальных приоритетов (рис. 4) свидетельствуют о том, что научно-технический уровень проекта А почти в два раза выше чем уровень проекта В. Несмотря на то, что проект В, выглядел немного предпочтительнее по экономическим и общеэкономическим показателям, решающую роль сыграли интересы потребителя. Учитывая тот факт, что проект является социально значимым интересами потребителя, рассматривались очень высоко т.к. лучшее объемно-планировочное решение и эксплуатационные качества важны как задел на будущее в условиях постоянно растущих требований.

3. Анализ результатов расчета выбора проектного решения.

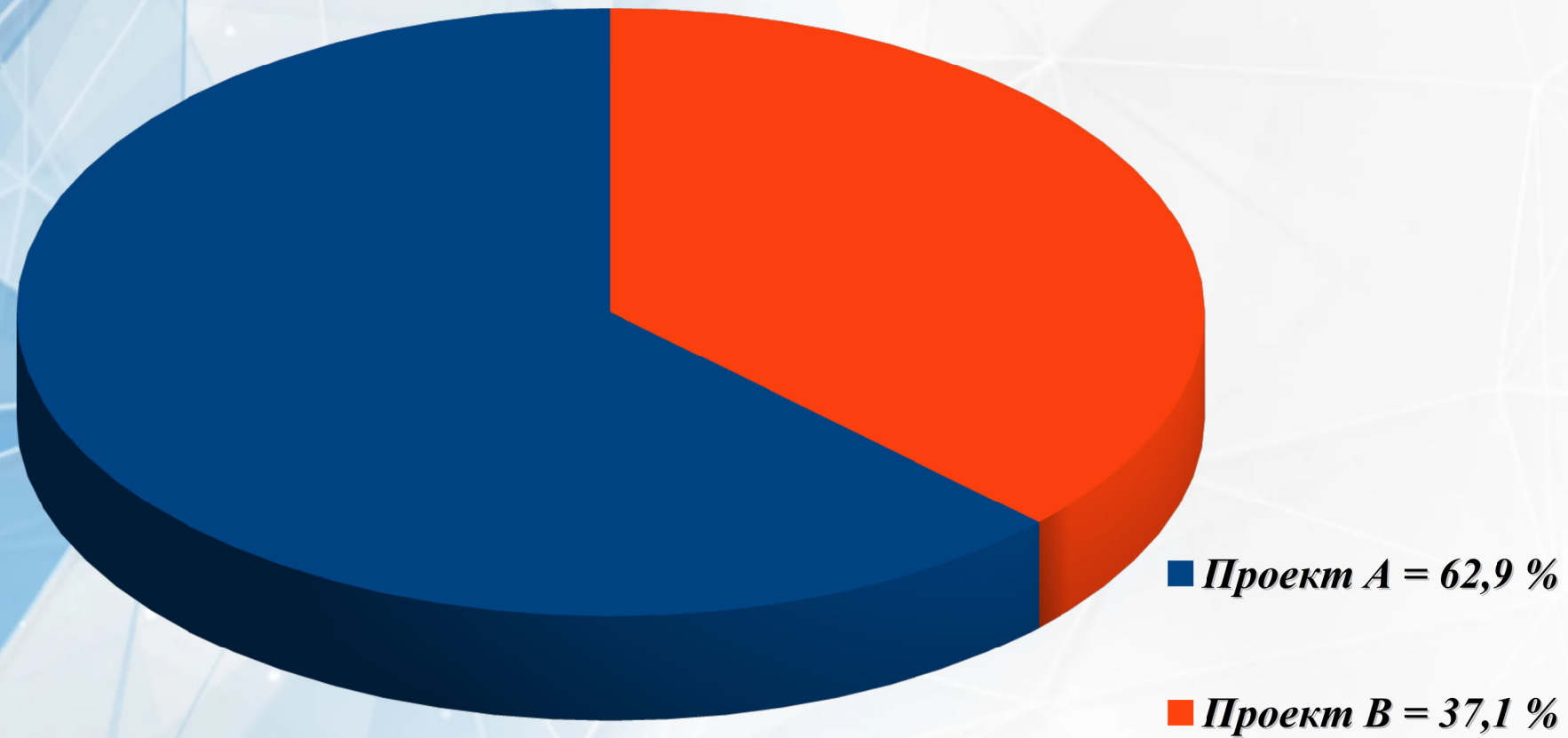


Рис. 4 Диаграмма значения глобальных приоритетов для проекта А и В, в процентах (%)

Заключение

Результаты анализа показывают, что метод анализа иерархий позволяет осуществлять оценку проектных решений комплексов зданий с учетом всего набора факторов, существенных для выбора варианта.

Одно из критикуемых положений МАИ- использование экспертных (субъективных) оценок. Но решения всегда принимают люди. Формальные методы лишь помогают определить те или иные показатели.

Положительной чертой МАИ, является то, что иерархии критериев легко контролируются. При включении или отсутствии какого-либо критерия всегда возможен поиск компромисса при конструктивном подходе к проблеме.

Но есть пути, помогающие снизить уровень субъективности оценок. Первый путь состоит в увеличении числа уровней в системе критериев. Как правило, оценки экспертов могут носить как плюсовой, так и минусовой характеры. В связи этим при увеличении числа критериев колебания в оценке в определенной степени нивелируются. Второй путь — привлечение большего числа экспертов. Очевидно, что чем сложнее задача и чем противоречивее оценки экспертов, тем большее количество их следует привлекать к анализу. Нужно отметить, что для интегральной оценки вариантов влияние субъективных факторов меньше, чем для промежуточных результатов. Третий путь обеспечения надежности результатов - проведение многократных расчетов при варьировании как системой критериев, так и оценками их относительной важности.

Библиография и информационные источники

1. Красс, М. С. Математика в экономике: математические методы и модели : учебник для вузов / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов ; ответственный редактор М. С. Красс. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 541 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16298-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530764> (дата обращения: 19.11.2023).
2. Минаев Н.Н., Математическое моделирование и исследование операций в строительстве и жилищно-коммунальном комплексе, 254 с., 2014 г.
3. Мастаченко В.Н., Методы выбора вариантов проектных решений зданий и сооружений, 52 с., 2009 г.
4. Солдатенко Л.В., Введение в математическое моделирование строительно-технологических задач, 161 с., 2009 г.
5. Ревякин А.М. Математические методы моделирования в экономике, 328 с., 2013 г.