

Сравнительная оценка основных организационно-технологических решений фасадных систем

Е.К. Калинин

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация: С помощью сравнительного анализа методом иерархий были рассмотрены различные организационно-технологические решения устройства навесных фасадных систем с целью определения наиболее эффективного и рационального типа. Варианты сравниваются по продолжительности и стоимости строительно-монтажных работ. Результат сравнения представляет собой компромиссное решение в зависимости от веса сравниваемых показателей.

Ключевые слова: фасадная система, организационно-технологические решения, сравнительный анализ, продолжительность, стоимость, метод иерархий.

Наличие многочисленных проблем при строительстве многоэтажных зданий говорит о том, что важность оптимального и правильного выбора организационно-технологических решений фасадных систем довольно высока. Правильное решение организационно-технологических задач влияет на множество показателей, которые должны учитываться при проработке различных вариантов производства работ [1, 2].

Выбор оптимальных организационно-технологических решений призван решить следующие задачи:

- уменьшение продолжительности выполнения строительных работ;
- уменьшение стоимости строительно-монтажных работ.

Выбор организационно-технологических решений устройства фасадных систем обуславливается выполнением работ по монтажу фасада в минимальный срок и при минимальных денежных затратах.

Так как реализация любого строительного проекта характеризуется технико-экономическими показателями, наиболее рациональным решением будет рассматривать его именно с этой точки зрения [3- 5].

В данной статье базовые варианты производства работ будут сравниваться в совокупности следующих показателей:

- Минимальная продолжительность производства работ, T , сут;

Данный показатель зависит от таких факторов, как геометрические характеристики строительной площадки, сменность работ, количество рабочей силы, трудоемкость строительно-монтажных работ и т.д.

- Минимальная стоимость работ, C , руб.

Данный показатель зависит от таких факторов, как геометрические характеристики объекта, применяемые средства механизации и подмащивания, накладные расходы подрядной организации, применяемые строительные материалы, численность сотрудников подрядной организации, продолжительность и объем строительно-монтажных работ и т.д.

Безусловно, случаи, при которых все сравниваемые показатели единогласно показывают превосходство одной системы над другой, крайне редки. В таком случае необходимо принимать компромиссное решение, наиболее эффективное при совокупном анализе факторов. В качестве совокупного анализа используются методы математического сравнительного анализа [6].

Для сравнения составим таблицу № 1 с пятью различными видами фасадных систем с заданной трудоемкостью (Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е8 «Отделочные покрытия строительных конструкций». Выпуск 3. «Облицовка изделиями индустриального производства») и базовой стоимостью (Территориальные сметные нормативы для Москвы ТСН-2001 «Глава 3. Строительные работы». Сборник № 15 «Отделочные работы»).

Для того, чтобы сравнить 5 видов фасадных систем с различными показателями эффективности и стоимости, и сделать наиболее рациональный выбор, воспользуемся методом сравнительного математического анализа, а именно - методом анализа иерархий [7].

Таблица № 1

Исходные данные различных фасадных систем

| Вид фасадной системы | Трудоемкость, чел.-ч./м² | Строимость базовая, руб/м² |
|--|--|--|
| Облицовка плитами из керамогранита с видимым креплениям кляммерами | 10,51 | 335,70 |
| Облицовка плитами из керамогранита с невидимым креплением с помощью анкеров и аграф | 15,76 | 402,84 |
| Облицовка плитами из натурального камня с помощью горизонтальной планки | 16,17 | 435,55 |
| Облицовка кассетными панелями с помощью каретки и икли | 8,76 | 279,80 |
| Облицовка терракотовыми плитами с помощью невидимых кляммеров | 11,38 | 266,70 |

Метод состоит из следующих этапов:

- структуризация задачи;
- построение иерархического представления задачи;
- определение предпочтительных элементов задачи;
- обработка результатов.

Структуризация задачи

Выявление элементов, которые следует учитывать при решении задачи. В данном случае требуется выявить важность критериев относительно друг друга [8].

Иерархическое представление задачи

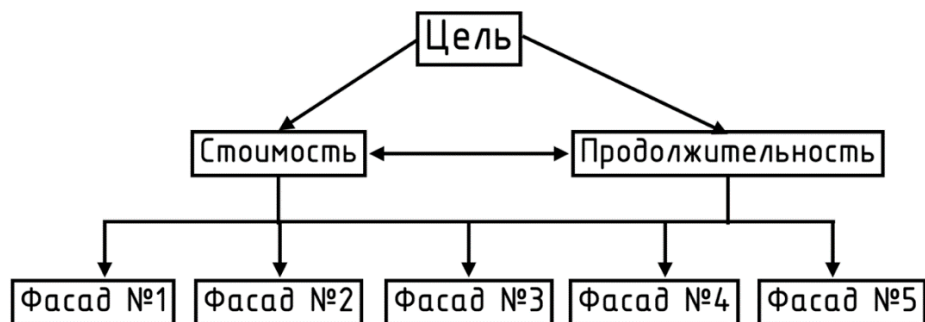


Рис. 1. – Иерархическое представление задачи

Определение предпочтительных элементов задачи

Для оценки предпочтения элементов задачи используем метод парных сравнений [9]. Оценка предпочтения стоимости и продолжительности строительно-монтажных работ по устройству фасадных систем будет производиться на основе производственного опыта экспертов.

В ходе сбора информации методом анкетирования было установлено предпочтение критерия стоимости в 70% случаев.

Оценки важности критериев в виде матрицы парных сравнений приведены в таблице № 2.

Таблица № 2

Матрица парных сравнений

| | Трудоемкость | Стоимость |
|--------------|--------------|-----------|
| Трудоемкость | 1,00 | 0,14 |
| Стоимость | 7,00 | 1,00 |

В результате обработки матрицы парных сравнений находим локальные приоритеты (оценки важности) критериев: $LK_1 = 0,125$, $LK_2 = 0,875$. Причем чем больше локальный приоритет, тем важнее критерий.

Затем производится оценка объектов между собой по каждому из критериев. Составим матрицу оценки трудоемкости (таблица № 3) и матрицу оценки стоимости (таблица № 4).

Таблица № 3

Матрица оценки трудоемкости

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 1,0 | 0,7 | 0,6 | 1,2 | 0,9 |
| 2 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,8 | 1,4 |
| 3 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 0,7 |
| 4 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 1,0 | 1,3 |
| 5 | 1,1 | 0,7 | 0,7 | 1,3 | 1,0 |

где: 1 – облицовка плитами из керамогранита с видимым креплением кляммерами; 2 – облицовка плитами из керамогранита с невидимым креплением с помощью анкеров и аграф; 3 – облицовка плитами из натурального камня с помощью горизонтальной планки; 4 – облицовка кассетными панелями с помощью каретки и икли; 5 – облицовка терракотовыми плитами с помощью невидимых кляммеров.

В результате обработки матрицы показателя эффективности находим локальные приоритеты (оценки важности) критериев: $K_1 = 0,180$, $K_2 = 0,270$, $K_3 = 0,188$, $K_4 = 0,167$, $K_5 = 0,195$. Причем, чем больше локальный приоритет, тем лучше тип фасада по данному критерию.

Таблица № 4

Матрица оценки стоимости

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 1,3 |
| 2 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 1,4 | 1,5 |
| 3 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 1,6 | 1,6 |
| 4 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | 1,0 |

| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | 1,0 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|

В результате обработки матрицы показателя эффективности, находим локальные приоритеты (оценки важности) критериев: $K_1 = 0,195$, $K_2 = 0,234$, $K_3 = 0,253$, $K_4 = 0,163$, $K_5 = 0,155$.

Обработка результатов

На данном этапе необходимо определить глобальные приоритеты всех элементов задачи, которые представляют обобщенные оценки важности [10]. При использовании метода иерархий глобальные приоритеты равны локальным приоритетам.

Таким образом получим: $GK_1 = LK_1 = 0,125$, $GK_2 = LK_2 = 0,875$.

Чтобы определить глобальные приоритеты каждого объекта, необходимо локальные приоритеты объектов относительно критериев умножить на глобальные приоритеты соответствующих критериев, а затем их суммировать.

Для 1 типа фасада:

$$G_1 = \sum_{i=1}^2 L_i^{K_i} * GK_i = 0,180 * 0,125 + 0,195 * 0,875 = 0,193$$

Для 2 типа фасада:

$$G_1 = \sum_{i=1}^2 L_i^{K_i} * GK_i = 0,270 * 0,125 + 0,234 * 0,875 = 0,239$$

Для 3 типа фасада:

$$G_3 = \sum_{i=1}^2 L_i^{K_i} * GK_i = 0,188 * 0,125 + 0,253 * 0,875 = 0,245$$

Для 4 типа фасада:

$$G_4 = \sum_{i=1}^2 L_i^{K_i} * GK_i = 0,167 * 0,125 + 0,163 * 0,875 = 0,163$$

Для 5 типа фасада:

$$G_5 = \sum_{i=1}^2 L_i^{K_i} * GK_i = 0,195 * 0,125 + 0,155 * 0,875 = 0,160$$

После выполнения расчетов, можно сделать следующий вывод: чем меньше глобальный приоритет определенного вида фасадной системы, тем более эффективно и рационально его применение при определённых исходных проектных данных.

В данном случае наиболее эффективным с точки зрения продолжительности и стоимости является применение типа фасадной системы с облицовкой терракотовыми плитами с помощью невидимых кляммеров.

Литература

1. Лapidус А.А. Сравнение организационно-технологических показателей при устройстве навесных вентилируемых фасадов с применением утеплителя и без него // Инновации и инвестиции. 2018. №4. С. 360-363.
2. Лapidус А.А., Жунин А.А. Моделирование и оптимизация организационно-технологических решений при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций в гражданском строительстве // Вестник МГСУ. 2016. №5. С. 59–71.

3. Кужин М.Ф. Организационно-технологические задачи, решаемые при производстве фасадных работ // Евразийский Союз Ученых. 2015. №5. С. 108–110.
4. Бабий И.Н., Каминская-Пинаева А.И. Влияние организационно-технологических решений на технико-экономические показатели проекта утепления фасадов // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. 2016. №9. С. 42–48.
5. Жадановский Б. В., Кужин М. Ф. Организационно технологические решения устройства навесных фасадных систем при реконструкции жилых и общественных зданий // Промышленное и гражданское строительство (ПГС): Ежемесячный научно - технический и производственный журнал. 2012. №1. С.62-64.
6. Кабанов В.Н. Организационно-технологическая надежность строительного процесса // Инженерно-строительный журнал. 2018. №1(77). С. 59–67.
7. Гудков П.А. Методы сравнительного анализа. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та. 2008. 81 с.
8. Подиновский В.В. Количественная важность критериев // Автоматика и телемеханика. 2000. №5. С.110-123.
9. Saaty T.L. The analytic hierarchy process. – N.-Y.: McGraw Hill. 288 p.
10. Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process // International journal of services sciences. 2008. Vol.1, 21. pp. 469-486.

References

1. Lapidus A.A. Innovacii i investicii. 2018. №4. pp. 360-363.
 2. Lapidus A.A. Zhunin A.A. Vestnik MGSU. 2016. №5. pp. 59–71.
 3. Kuzhin M.F. Evrazijskiĭ Sojuz Uchenyh. 2015. №5. pp. 108–110.
 4. Babiĭ I.N. Kaminskaja-Pinaeva A.I. Vestnik Pridneprovskoi gosudarstvennoi akademii stroitel'stva i arhitektury, 2016. №9. pp. 42–48.
-



5. Zhadanovskii B. V. Kuzhin M. F. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo (PGS): Ezhemesyachnyj nauchno - tekhnicheskii i proizvodstvennyj zhurnal. 2012. №1. pp.62-64.
6. Kabanov V.N. Inzhenerno-stroitel'nyĭ zhurnal. 2018. №1(77). pp. 59–67.
7. Gudkov P.A. Metody sravnitel'nogo analiza [Benchmarking methods]. Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta. 2008. 81 p.
8. Podinovskij V.V. Avtomatika i telemekhanika. 2000. №5. pp.110-123.
9. Saaty T.L. The analytic hierarchy process. N.-Y. McGraw Hill. 288 p.
10. Saaty T.L. International journal of services sciences. 2008. Vol.1, 21. pp. 469-486.