

УДК 69.07

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Линьков Игорь Эдуардович, магистрант, направление подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: ilinkov17@gmail.com

Научный руководитель: **Сапрыкина Татьяна Константиновна**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии строительного производства, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: belova_tatyana_90@mail.ru

Аннотация. В современных условиях сборно-монолитное каркасное домостроение является одной из наиболее перспективных строительных технологий в жилищном строительстве. Эта конструктивная система позволяет использовать гибкие архитектурно-планировочные решения, обеспечивает большую выразительность зданий и предоставляет возможность для свободной планировки квартир.

В настоящей статье для обоснования преимуществ сборно-монолитного каркасного домостроения проведен системный анализ технико-экономических показателей строительства и эксплуатации блок-секции жилого дома в трех вариантах: система «КУБ-2.5», крупнопанельное домостроение и кирпичное исполнение. Преимущество конструктивной системы подтверждается минимальным размером суммарного интегрального показателя, составленного из стоимостных и эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: сборно-монолитное каркасное домостроение, крупнопанельное домостроение, кирпичное исполнение, технико-экономические показатели, сметная стоимость, эксплуатационные затраты, суммарный интегральный показатель.

Для цитирования: Линьков И. Э. Технико-экономический анализ различных конструктивных систем, применяемых в жилищном строительстве // Шаг в науку. – 2025. – № 1. – С. 41–51.

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF VARIOUS STRUCTURAL SYSTEMS USED IN HOUSING CONSTRUCTION

Linkov Igor Edwardovich, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: ilinkov17@gmail.com

Research advisor: **Saprykina Tatiana Konstantinovna**, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Construction Production Technology, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: belova_tatyana_90@mail.ru

Abstract. In modern conditions, precast-monolithic frame housing construction is one of the most promising construction technologies in housing construction. This structural system allows the use of flexible architectural planning solutions, provides greater expressiveness of buildings and provides an opportunity for free planning of apartments.

In this article, to substantiate the advantages of precast-monolithic frame housing construction, a systematic analysis of the technical and economic indicators of the construction and operation of a block section of a residential building in three versions is carried out: the «KUB-2.5» system, large-panel housing construction and brick construction. The advantage of the structural system is confirmed by the minimum size of the total integral indicator, composed of cost and operating costs.

Key words: half precast monolithic frame house-building, large panel residential building, brick design, technical and economic indicators, estimated cost, operating costs, total integral index.

Cite as: Linkov, I. E. (2025) [Technical and economic analysis of various structural systems used in housing construction]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 1, pp. 41–51.



Выбор строительно-конструктивной системы здания – это один из важнейших факторов повышения эффективности инвестиций, направляемых в жилищное строительство и обеспечивающих дальнейшее увеличение объемов и повышение качества жилья [7].

В настоящей работе, которая является продолжением комплексной оценки систем сборно-монолитного каркасного домостроения (СМКД), представлен анализ и выбор рациональных строительных систем и способов возведения жилых зданий для массового строительства. Исследование позволяет обеспечить:

- наибольшую экономическую эффективность технических решений жилых домов, рациональное использование материальных, трудовых и финансовых ресурсов;
- перспективы внедрения прогрессивных технических решений в строительство жилья, отвечающих требованиям строительных норм и правил и способствующих дальнейшему развитию индустриализации строительного производства;
- высокую степень долговечности зданий и их эксплуатационных параметров;
- единую методику выбора строительно-конструктивных систем и оценки технико-экономических показателей проектов.

Для написания работы использованы рекомендации¹, в которых представлена последовательность этапов и выбор критериев для проведения расчетов и сравнения показателей.

Следует принимать во внимание, что настоящая оценка не учитывает условия строительства (например, инженерную геологию), а также состояние и перспективы развития производственно-технической базы предприятий по производству строительных материалов, конструкций и подрядных строительных организаций, объем и структуру строительства в целом.

Технико-экономический анализ включает в себя типологическую характеристику исследуемых вариантов строительных систем с точки зрения принятых конструктивных решений и производится при обеспечении эквивалентности вариантов по объемно-планировочным решениям в условиях минимизации номенклатуры используемых материалов и конструкций [2].

Опираясь на изложенные требования сопоставимости, для проведения анализа выбраны три варианта возведения одной секции жилого дома в г. Оренбурге в таких конструктивных системах, как крупнопанельное здание, здание с кирпичными стенами и здание по системе СМКД «КУБ-2.5».

Для планировки использована блок-секция типового этажа крупнопанельного здания серии 121-062. Два других варианта разработаны на ее основе, но в соответствии с размерами конструкций, принимаемых по имеющимся сериям (для кирпичного варианта), либо в соответствии с номенклатурой изделий (для СМКД «КУБ-2.5»). В связи с этим выдержать полное размерное соответствие планов этажей блок-секций не представляется возможным. Тем не менее, идентичность вариантов по планировке обеспечена.

Высота этажа для всех трех вариантов предусмотрена в 2,8 м.

Блок-секция по серии 121-062 в крупнопанельной системе собирается из сборных железобетонных стеновых панелей с шагом от 3 м. Перекрытие по несущим поперечным стенам малопролетное, на одну комнату, располагаемую вдоль фасада.

Толщина наружных стен здания в кирпичном исполнении принята 510 мм, а внутренних стен – 380 мм. На кирпичные стены опираются сборные железобетонные многопустотные плиты перекрытия. Лифтовая шахта и вентиляционные каналы также выполняются из кирпича.

Система сборно-монолитного каркасного домостроения «КУБ-2.5» – «каркас унифицированный безригельный». Это – пространственный каркас типа этажерки по рамно-связевой схеме, главной особенностью которой является использование сборных железобетонных колонн без выступающих частей [6]. Колонна системы выбрана на один этаж и устанавливается центральным стержневым сердечником в колонну нижнего этажа (так называемый «штепсельный» стык). На колонны передаются вертикальные нагрузки от сборных железобетонных панелей перекрытий, а также горизонтальные нагрузки при отсутствии связей. Для сопряжения в уровне перекрытия предусматриваются участки с открытой арматурой, усиленной арматурными связями. Замоноличивание соединений между панелями перекрытий (без установки опалубки) превращает их в жесткий диск в горизонтальной плоскости. В качестве элементов жесткости выступают также диафрагмы, которые устанавливаются между швами плит перекрытия [5]. Подъем на этажи осуществляется по сборным железобетонным лестничным маршам системы «КУБ-2.5», опирающимся на плиты перекрытия.

Наружные стены системы «КУБ-2.5» приняты двухслойными: наружная часть – из фасадного красного кирпича толщиной 250 мм, а внутренняя – из

¹ Рекомендации по дальнейшему использованию и развитию различных конструктивных систем, применяемых в жилищном строительстве г. Москвы, на основе технико-экономического анализа – М., 1999. – 150 с.

газобетонных блоков толщиной 200 мм. Слои между собой соединяются армированными поясами. Внутренние стены – из газобетонных блоков толщиной 200 мм. Лифтовая шахта – монолитная из железобетона толщиной 250 мм.

Планировка системы «КУБ-2.5» несколько отличается от серии 121-062 в связи с тем, что вентиляционные блоки устанавливаются в определенных зонах плит перекрытия без нарушения их несущей способности. Поскольку межквартирные и межкомнатные перегородки в системе «КУБ-2.5» целесообразно выполнять по колоннам, при планировке квартир возникают дополнительные подсобные помещения.

Размеры конструкций лестничных маршей и площадок в кирпичном здании и в системе «КУБ-2.5» намного больше, чем в крупнопанельной серии 121-062. Поэтому аналогичное их расположение в плане невозможно.

На рисунках 1, 2 и 3 представлены планы типового этажа блок-секции для каждого из описанных вариантов.

Кроме обеспечения эквивалентности объемно-планировочных решений, для проведения сравнения должна обеспечиваться сопоставимость расчетных показателей каждого из вариантов по ценам, принятым для расчета, и по кругу включаемых затрат. Анализ конструктивных систем проводится по таким показателям, как стоимостные показатели, потребность в основных строительных материалах, затраты труда

(в том числе не только в построечных условиях, но и заводские, непосредственно связанные с производством строительных материалов и конструкций) и эксплуатационные расходы.

Для сравнения стоимостных показателей, потребностей в ресурсах и затрат труда рабочих и машинистов используются усредненные удельные значения по конструктивным элементам, т.е. количество единиц измерения конструктивного элемента, приходящееся на 1 м² площади блок-секции [3].

Эксплуатационные расходы рассчитываются по нормам в зависимости от принятых конструктивных решений блок-секции, а их удельные показатели выводятся на 1 м² площади блок-секции.

Учитывая сказанное, для выполнения анализа сначала по планам типового этажа и конструктивным схемам для каждого из вариантов составлены ведомости объемов работ и в соответствии с действующей федеральной сметно-нормативной базой разработаны локальные сметные расчеты в текущих ценах по состоянию на 01.01.2024. Затем сформированы заводские затраты на производство основных строительных материалов по всем переделам заводского производства в соответствии с документами^{2,3,4,5}. И далее по нормативам⁶ в зависимости от принятых схем конструктивных решений блок-секции жилого дома определены эксплуатационные затраты (амортизация, отчисления на техническое обслуживание и текущий ремонт). Все установленные показатели приведены к удельным.

Таблица 1. Сводная таблица технико-экономических показателей

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	КПД по серии 121-062	Кирпичное исполнение	СМКД «КУБ-2.5»
1. Расчетный измеритель конструктивного решения					
1.1	Площадь блок-секции	м ²	255,11	271,55	293,44
2. Удельные показатели расхода основных строительных материалов					
2.1	Сборный железобетон	м ³ /м ²	0,676	0,157	0,291
2.2	Монолитный бетон / раствор	м ³ /м ²	0,008	0,176	0,062
2.3	Кирпич керамический	тыс. шт./м ²	–	0,284	0,084
2.4	Газобетонные блоки	м ³ /м ²	–	–	0,351

² Рекомендации по дальнейшему использованию и развитию различных конструктивных систем, применяемых в жилищном строительстве г. Москвы, на основе технико-экономического анализа – М., 1999. – С. 34

³ Нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона. Работы, выполняемые на агрегатно-поточных и конвейерных линиях – М., 1981. – С. 61–74.

⁴ Единые нормы времени на изготовление бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Выпуск 1. Формовка изделий – М., 1981. – 58 с.

⁵ Типовые нормы выработки (времени) на приготовление бетонных смесей на заводах по производству железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901825756?ysclid=m40tqtgy63729135092> (дата обращения: 12.09.2024).

⁶ Рекомендации по дальнейшему использованию и развитию различных конструктивных систем, применяемых в жилищном строительстве г. Москвы, на основе технико-экономического анализа – М., 1999. – С. 129, 134.

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	КПД по серии 121-062	Кирпичное исполнение	СМКД «КУБ-2.5»
2.5	Товарная арматура	т/м ²	–	–	0,0002
3. Удельные показатели сметной стоимости					
3.1	Сметная стоимость СМР	тыс. руб/м ²	20,195	14,595	15,771
3.2	Средства на оплату труда рабочих и машинистов	тыс. руб/м ²	0,417	1,706	1,651
3.3	Сметная стоимость основных строительных материалов	тыс. руб/м ²	18,830	9,526	10,889
4. Удельные показатели трудоемкости					
4.1	Трудоемкость СМР в построечных условиях	чел.-ч/м ²	1,25	5,84	5,50
4.2	Заводская трудоемкость	чел.-ч/м ²	3,43	4,09	3,16
4.3	Общий удельный показатель трудоемкости	чел.-ч/м ²	4,68	9,93	8,66
5. Удельные показатели эксплуатационных расходов					
5.	Эксплуатационные расходы	тыс. руб/м ²	0,828	0,642	0,615

Источник: разработано автором

Из-за различия сравниваемых конструктивных систем необходимость приведения вариантных показателей из таблицы 1 к условиям сопоставимости представляется очевидной. Поэтому на следующем этапе в настоящей работе все параметры скорректированы по следующим пяти факторам:

– мероприятия по энергосбережению. По соотношению расчетного термического сопротивления ограждающих конструктивных элементов (R_{op} , (м²·°С/Вт) и базового / нормируемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций (R_{op}^{np} , (м²·°С/Вт) согласно СП⁷ и⁸ определена доля снижения / увеличения удельных экономических показателей, отражающая, насколько ограждающая конструкция имеет показатели теплозащиты выше / ниже требуемых;

– учет этажности зданий. Исследованиями ЦНИИЭП жилища, г. Москва, и МНИИТЭП установлены средние показатели роста сметной стоимости строительно-монтажных работ за каждый дополнительный этаж сверх 9-ти этажей в жилом доме, признанном как наиболее экономичным по этажности согласно документу⁹. С учетом информации, приведенной в статье¹⁰, корректировка сметной стоимости на этажность домов в г. Оренбурге предусмотрена

с коэффициентом $21 - 9 = 12$ к средним показателям;

– различия в сроках службы несущих конструкций. Экономический результат корректировки удельных показателей по срокам службы несущих конструкций определен из условия необходимости строительства нового панельного здания после истечения срока службы в 125 лет, тогда как другие конструктивные системы (в кирпичном исполнении и в СМКД) еще функционируют на протяжении 25 лет до окончания срока службы в 150 лет. В итоге это снижает стоимость конструкций с большим сроком службы при приведении к одинаковому периоду эксплуатации с конструкциями, имеющими меньший срок службы. Эксплуатационные расходы по вариантам жилых домов в кирпичном исполнении и в СМКД, приходящиеся на период, превышающий норматив долговечности в 125 лет для КПД, пересчитанные на срок службы соответствующих строительных систем, обеспечивают снижение удельных величин эксплуатационных расходов по этим системам в $150/125 = 1,2$ раза или на 20%;

– эффекты от изменения сроков продолжительности строительства. Норма продолжительности строительства жилых зданий в различных конструктивных системах определена в соответствии со СНиП¹¹.

⁷ СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с изменением № 1) – М., 2013. – С. 11.

⁸ ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях – М., 2013. – 12 с.

⁹ Рекомендации по дальнейшему использованию и развитию различных конструктивных систем, применяемых в жилищном строительстве г. Москвы, на основе технико-экономического анализа – М., 1999. – С. 94.

¹⁰ Трубилина М. Средняя этажность новостроек в России прекратила увеличиваться// Российская газета. – 2024. – URL: <https://www.rg.ru/2024/05/19/uperlis-v-potolok.html> (дата обращения: 10.09.2024).

¹¹ СНиП 1.04.03-85*. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений – М., 1987. – С. 480.

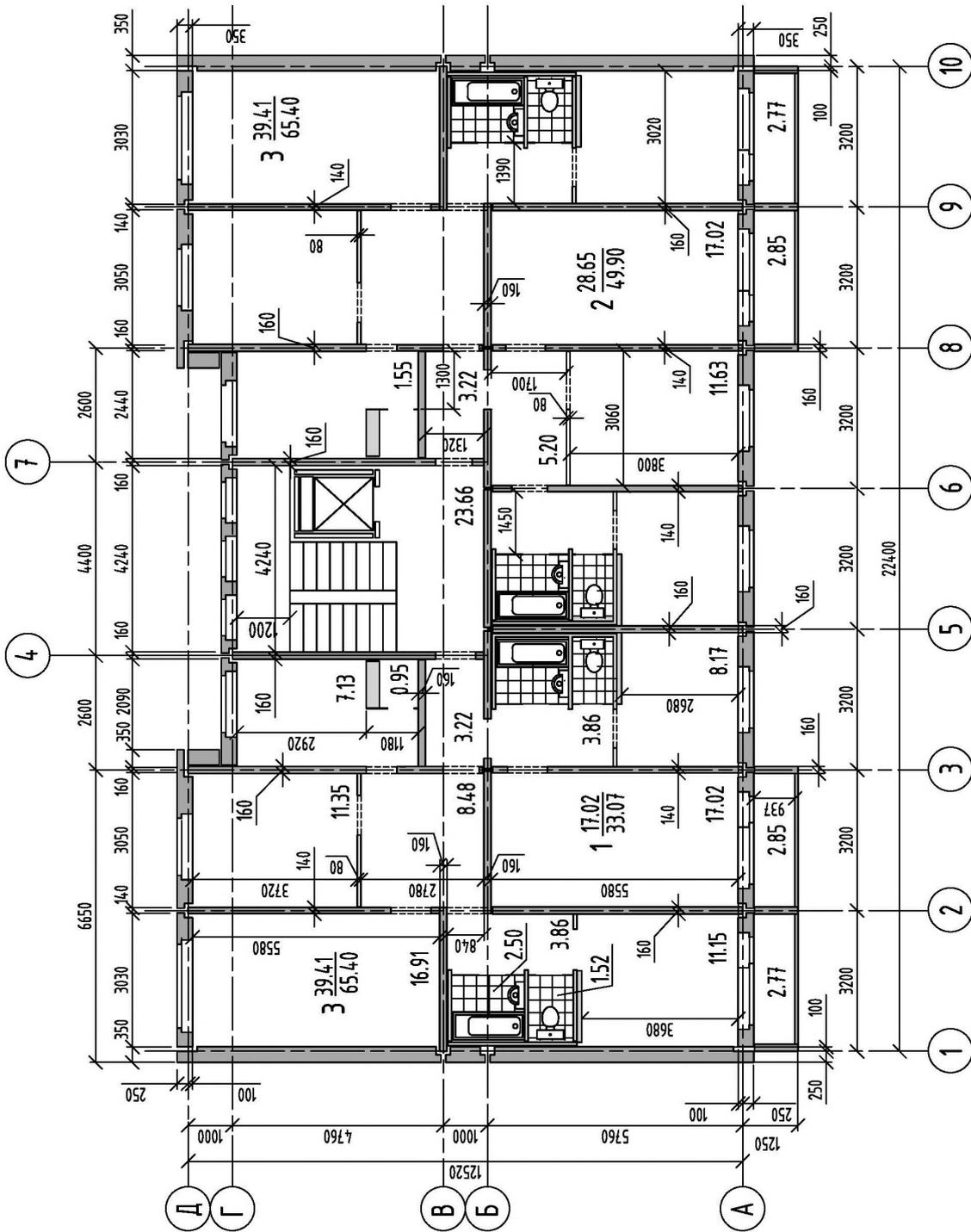


Рисунок 1. План типового этажа блок-секции по серии КПД 121-062
 Источник: взято из серии 121-062, средняя блок-секция

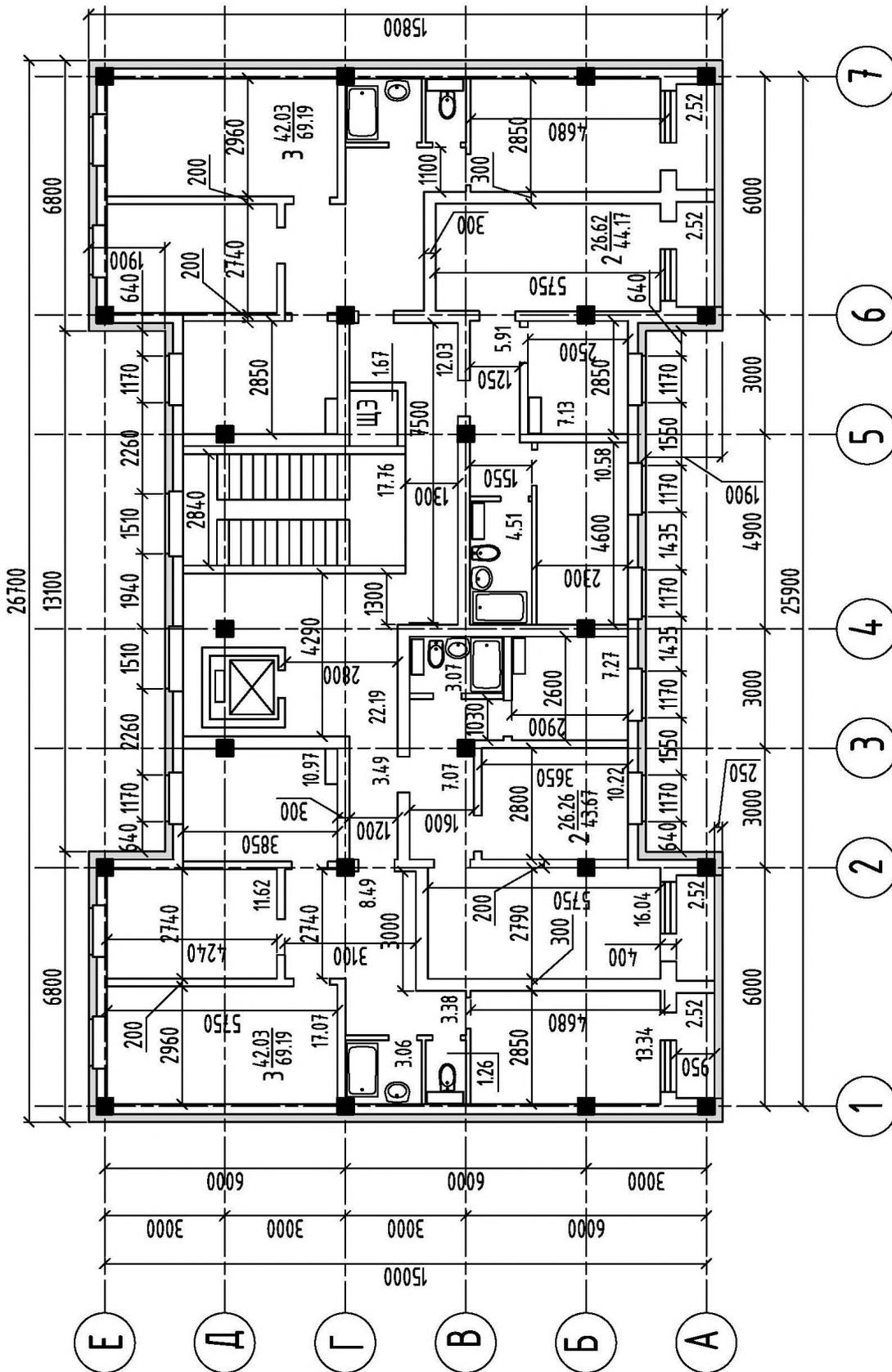


Рисунок 3. План типового этажа блок-секции в СМКД «КУБ-2.5»
 Источник: разработано автором

Экономический эффект от увеличения продолжительности строительства домов одной строительной

системы по сравнению с домами другой (Θ_y , тыс. руб) определен по формуле (1):

$$\Theta_y = H \cdot \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right), \quad (1)$$

где

T_2 и T_1 – продолжительность строительства по сравниваемым вариантам (соответственно, меньшая и большая), месяцев;

H – условно-постоянные накладные расходы, принятые укрупненно в размере 50% общей суммы накладных расходов, предусмотренных в смете на строительство рассматриваемого варианта, тыс. рублей.

Другим эффектом из-за различия продолжительности строительства жилых домов является получение дополнительной амортизации за период, на который различаются сроки этой продолжительности. Он определен более поздним сроком ввода в эксплуатацию готового жилого дома по сравнению с вариантом с наименьшим сроком и также рассчитан по формуле (1).

Поскольку наименьший срок строительства имеет жилое здание в системе КПД, эффекты от изменения сроков продолжительности строительства рассчита-

ны относительно данного варианта;

– изрезанность периметра стен, влияющая на величину эксплуатационных расходов. Учет изрезанности периметра стен осуществлен с помощью коэффициента компактности (K_y), который рассчитан отношением площади ограждающих конструкций, равной сумме площадей вертикальных и горизонтальных ограждений, к общей площади здания.

Скорректированные удельные показатели представлены в таблице 2.

Таблица 2. Корректировка удельных показателей

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	КПД по серии 121-062	Кирпичное исполнение	СМКД «КУБ-2.5»
1. Корректировка удельных стоимостных показателей					
1.1	Удельный показатель сметной стоимости	тыс. руб./м ²	20,357	14,633	15,139
1.2	Корректировка за счет мероприятий по энергосбережению	%	-0,30	+61,30	-6,31
1.3	Корректировка на этажность	%	+35,40	+33,60	+24,12
1.4	Эффект от изменения продолжительности строительства	%	–	+2,08	+0,64
1.5	Скорректированный удельный показатель сметной стоимости	тыс. руб./м ²	27,502	28,824	17,932
2. Корректировка удельных эксплуатационных расходов					
2.1	Удельный показатель эксплуатационных расходов	тыс. руб./м ²	0,835	0,644	0,590
2.2	Корректировка за счет мероприятий по энергосбережению	%	-0,30	+61,30	-6,31
2.3	Корректировка на этажность	%	+35,40	+33,60	+24,12
2.4	Корректировка на различие в сроках службы несущих конструкций	%	–	-20,00	-20,00
2.5	Эффект от изменения продолжительности строительства	%	–	+14,39	+4,84
2.6	Корректировка на изрезанность периметра	коэфф.	1,85	1,78	1,77
2.7	Скорректированный удельный показатель эксплуатационных расходов	тыс. руб./м ²	2,087	2,170	1,072

Источник: разработано автором

Учитывая происходящие изменения в строительстве и потребность в запросах основных участников строительного процесса, современная система оценки не может производиться только по частным индикаторам (показателям), а должна базироваться на интегральных, комплексных показателях. Поэтому на заключительном этапе технико-экономического анализа полученные показатели проинтегрированы в суммарные интегральные показатели для каждого из вариантов. Подсчет суммарных интегральных показателей по каждой конструктивной системе выполнен на основании методики [1]. Для анализа использованы полученные удельные показатели, которые упорядочены по степени проявления ими количественного призна-

ка, или, иначе говоря, ранжированы путем сравнения чисел, которыми они выражены между собой. Учитывая принцип минимальности любых удельных показателей (стоимостных, эксплуатационных, трудовых, расходных) при окончательном выборе варианта, первое место имеет вариант с наименьшим значением удельного показателя, второе место – со средним значением, третье место – с максимальным значением.

Для определения суммарного интегрального показателя использован метод по сумме средневзвешенных арифметических групповых показателей. При этом для каждого варианта расчет суммарного интегрального показателя ($X_{\text{инт}}$, безразмерный коэффициент) производится по формуле (2):

$$X_{\text{инт}} = \sum w_i \cdot \bar{x}_i, \quad (2)$$

где

w_i – значимость (вес) i -того показателя, долей.

Величина весовых показателей w_i вычисляется по формуле (3):

$$w_i = \frac{Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (3)$$

где

Q_i – коэффициент весомости i -того показателя в баллах при ранжировании, то есть Q_i равно 1, 2 или 3 для каждого из трех вариантов. Соответственно получается:

$$\sum_{i=1}^n Q_i = 1 + 2 + 3 = 6;$$

\bar{x}_i – безразмерный коэффициент i -того показателя, который является частным индикатором трансформации (изменения) удельного показателя в сопоставимый вид для последующего интегрирования. Трансформация удельного показателя в частный индикатор производится способом нормирования показателей, сущность которого состоит в вычислении отношения значения удельного показателя по конкретному варианту к среднему значению удельного показателя по всем рассматриваемым вариантам (формула (4)):

$$\bar{x} = \frac{x_{cp}}{x}, \quad (4)$$

где

x_{cp} – среднее значение удельного показателя по вариантам;

x – значение удельного показателя для конкретного варианта.

Достоинством способа нормирования показателей является сохранение разброса удельных показателей, то есть характер различий в удельных показателях по их содержательному смыслу не теряется, не нивелируется и в расчетах отражается адекватно.

Результаты ранжирования удельных показателей приведены в таблице 3. Подсчет среднего значения удельных показателей и частных индикаторов с целью ранжирования приведен в таблице 3 как пример

только для сметной стоимости.

Технико-экономический анализ рассмотренных конструктивных систем показал, что их стоимостные показатели в эквивалентных объемно-планировочных решениях при пофакторной корректировке параметров являются вполне сопоставимыми, и, значит, могут иметь право на одновременное существование в сложившейся финансово-экономической ситуации.

Графическим отображением соотношения суммарных интегральных показателей, полученных в результате технико-экономического анализа конструктивных систем, является диаграмма, приведенная на рисунке 4. По суммарному интегральному показателю вариант «СМКД «КУБ-2.5» занимает первое место из трех вариантов, поскольку у него затраты на строительство и эксплуатацию блок-секции жилого дома минимальны по сравнению с двумя

другими вариантами. Этот вариант является также наиболее эффективным и перспективным с точки зрения совершенствования проектирования объемно-планировочных решений и технологии возведения конструкций [4]. Линия тренда на графике 4 является нисходящей и показывает наиболее низкие максимумы и самые низкие минимумы показателей среди рассмотренных конструктивных систем.

Таблица 3. Определение суммарных интегральных показателей

№ п/п	Наименование и обозначение показателя	Ед. изм.	КПД по серии 121-062	Кирпичное исполнение	СМКД «КУБ-2.5»
1.	Скорректированная сметная стоимость				
1.1	Удельный показатель x	тыс. руб./м ²	27,502	28,824	17,932
1.2	Среднее значение x_{cp}	тыс. руб./м ²	24,753		
1.3	Частный индикатор \bar{x}	коэфф.	0,90	0,86	1,38
1.4	Ранжирование удельного показателя	балл	2	3	1
1.5	Весовой показатель w	долей	0,33	0,50	0,17
2.	Скорректированные эксплуатационные расходы				
2.1	Удельный показатель x	тыс. руб./м ²	2,087	2,170	1,072
2.2	Весовой показатель w	долей	0,33	0,50	0,17
3.	Средства на оплату труда рабочих и машинистов				
3.1	Удельный показатель x	тыс. руб./м ²	0,421	1,683	1,564
3.2	Весовой показатель w	долей	0,17	0,50	0,33
4.	Стоимость основных строительных материалов				
4.1	Удельный показатель x	тыс. руб./м ²	18,982	9,956	10,500
4.2	Весовой показатель w	балл	0,50	0,17	0,33
5.	Расход сборного железобетона				
5.1	Удельный показатель x	м ³ /м ²	0,681	0,159	0,284
5.2	Весовой показатель w	долей	0,50	0,17	0,33
6.	Трудоёмкость				
6.1	Удельный показатель x	чел.-ч./м ²	4,73	10,11	8,22
6.2	Весовой показатель w	долей	0,17	0,50	0,33
7.	Суммарный интегральный показатель $X_{инт}$	коэфф.	1,97	2,21	1,93

Источник: разработано автором

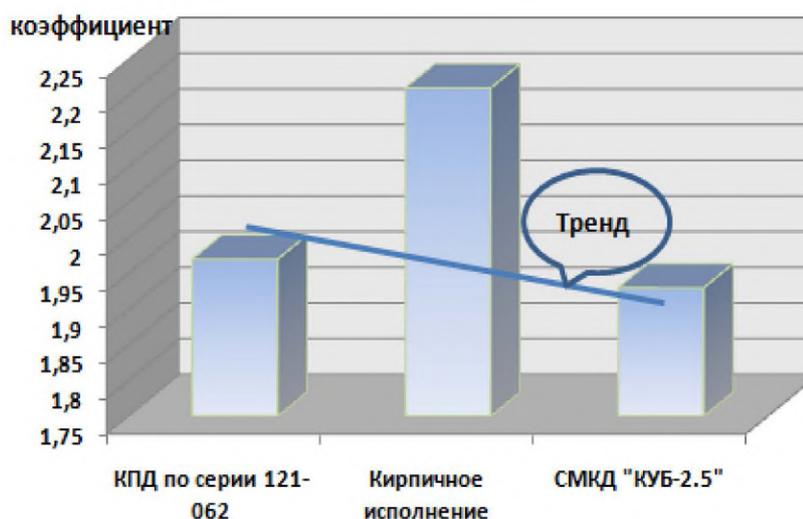


Рисунок 4. Распределение суммарных интегральных показателей по конструктивным системам блок-секции жилого дома

Источник: разработано автором

Литература

1. Ключникова Е. В., Шитова Е. М. Методические подходы к расчету интегрального показателя, методы ранжирования // ИнноЦентр. – 2016. – № 1(10). – С. 4–18.
2. Колмакова Ю. Д., Фомин Н. И. Новые конструктивно-технологические решения для повышения технологической живучести сборно-монолитных систем гражданских зданий // Академический вестник УралНИИ-проект РААСН. – 2023. – № 2(57). – С. 88–93. – <https://doi.org/10.25628/UNIP.2023.57.2.015>.
3. Коршунова Е. М., Малинина М. А., Малинина К. В. Технико-экономические расчеты строительства новых и реконструкции зданий различного назначения (на стадии технико-экономического обоснования): учебное пособие. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2011. – 105 с.
4. Косарев В. Н. Особенности технологии сборно-монолитного многоэтажного домостроения // Современное строительство и архитектура. – 2023. – № 4(35). – С. 8–17. – <https://doi.org/10.18454/mca.2023.35.4.002>.
5. Никулин А. И., Богачева С. В. Эффективность применения плоских сборно-монолитных перекрытий в каркасном домостроении // Технические науки: проблемы и перспективы: Материалы III Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 20–23 июля 2015 года. – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2015. – С. 70–73.
6. Новоселов В. А. Анализ домостроительных систем и возможности их совершенствования // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 7. – С. 69–71.
7. Шембаков В. А. Сборно-монолитное каркасное домостроение. Руководство к принятию решений. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Чебоксары, 2005. – 120 с.

Статья поступила в редакцию: 04.11.2024; принята в печать: 27.02.2025.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.