

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2022, №2, Том 14 / 2022, No 2, Vol 14 <https://esj.today/issue-2-2022.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/46ECVN222.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Гимадиева, Л. Ш. Моделирование стоимости строительства жилья на примере Республики Татарстан /

Л. Ш. Гимадиева // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 2. — URL:

<https://esj.today/PDF/46ECVN222.pdf>

For citation:

Gimadieva L.Sh. Modeling the cost of housing construction. *The Eurasian Scientific Journal*, 14(2): 46ECVN222.

Available at: <https://esj.today/PDF/46ECVN222.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

Гимадиева Лилия Шарифзяновна

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», Казань, Россия

Доцент

Кандидат экономических наук, доцент

E-mail: LI-DA2007@yandex.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=621091

Моделирование стоимости строительства жилья на примере Республики Татарстан

Аннотация. Анализ изменения рынка строительных материалов, рабочей силы и других факторов, оказывающих влияние на строительство и его стоимость вызван нестабильностью и неопределенностью внешней среды, создающих проблемы для строительства. Мониторинг стоимости ресурсов позволяет анализировать изменения и оперативно принимать управленческие решения. В данном исследовании рассматриваются факторы непосредственно влияющие на стоимость строительства 1 м² жилья на первичном рынке, что и будет формировать рыночную стоимость жилья. Целью исследования является разработка моделей прогнозирования стоимости строительства на жилье на первичном рынке. В работе на основе корреляционно-регрессионного анализа автором рассчитана модель, которая позволяет при изменении одного из элементов себестоимости определить стоимость конечного показателя. Также в работе выполнено моделирование цены 1 м² жилья, которое объясняет связи между стоимостью и переменными, а также проведено исследование этой связи. Зависимости факторов и переменной рассматриваются на основе временных динамических рядов. В статье выявлена количественная зависимость изменения цены строительства 1 м² жилья от изменения темпов роста затрат на материальные ресурсы, на оплату труда рабочих-строителей, амортизацию основных средств и прочих затрат. Зависимость факторов признана линейной. Полученные в статье выводы позволяют как для заказчиков, так и для подрядных организаций и потребителей принимать правильные оперативные решения на основе реальной картины по стоимости ресурсов, а также позволяют оценить возможности подрядной организации при разработке своего бюджета и правильные управленческие решения.

Ключевые слова: жилищное строительство; рынок жилья; статистика; стоимость жилья; строительство

Введение

Рост качества жизни населения обеспечивается развитием жилищного строительства, что в настоящее время является одним из основополагающих направлений развития экономики и социальной политики.

Нестабильность и неопределенность внешней среды создают проблемы для строительства. Поэтому участники строительного рынка вынуждены анализировать изменения рынка строительных материалов, рабочей силы и других факторов, оказывающих влияние на строительство и его стоимость, а также оперативно реагировать на их изменения.

Многими учеными затронута тема текущей ситуации жилищной политики в России, а также актуальных проблем и тенденций развития рынка жилья в стране. На уровне страны в целом, отдельных ее регионов, а также муниципальных образований были проведены анализ цен, спроса и предложения на жилье в стране в настоящее время и факторы, влияющие на предпочтения потребителей и показатели доступности жилья. Выводы сделанные Ю.Н. Богдановой и Ж.А. Хоркиной: «...сформировалась тенденция к снижению платежеспособного спроса и уровня доступности жилья, усугубляемая в настоящее время кризисными процессами в экономике страны, ростом цен на жилье и сокращением реальных доходов населения» [1], как нельзя верно отражают картину, характерную для рынка жилищного строительства в современных реалиях. Объемы ввода жилья в Российской Федерации имеют различные тенденции развития, но спрос на жилье остается всегда [2–4].

Надо отметить, что на приобретение недвижимости оказывают влияние внешние и внутренние факторы. Факторами снижения платежеспособного спроса и уровня доступности жилья, как отмечает Т.В. Добышева, являются в настоящее время «...кризисные процессы в экономике страны, рост цен на жилье и сокращение реальных доходов населения» [5]. Одним из ключевых факторов спроса на жилье является его стоимость. Тенденции изменения цен на жилье в региональном пространстве России изучен довольно широко и полно [6–9].

При формировании спроса на жилье актуальным становится вопрос возможного изменения цены квадратного метра жилья. Так как приобретение жилья является не сиюминутным, а взвешенным решением, то всегда первоочередным в этом решении является вопрос стоимости. Временной лаг иногда не позволяет видеть реальную картину стоимости жилья. Поэтому изменение различных факторов и их влияние было описано в математических моделях прогнозирования стоимости жилья. Прогнозирование стоимости жилья в зависимости от изменения курса доллара, средней заработной платы, годового объема ввода нового жилья, населения, количества выданных ипотечных кредитов, средней ставки ипотечного кредитования рассмотрено в работах многих отечественных и зарубежных ученых. П.В. Плехов, К.С. Булычев, Н.В. Веселков на основе модели в пространстве состояний исследовали «...влияние небольших изменений, управляемых (средняя ставка по кредиту) и неуправляемых факторов (численность населения Пермского края, курс доллара) на стоимость жилья» [10]. Ю.И. Володиной, К.С. Булычевым, Н.В. Веселковым удалось «...разработать модель стоимости одной единицы площади жилья, и на ее основе составить прогноз на 2020–2022 гг.» [11]. Д.В. Бренинг, О.В. Пашковская, С.И. Сенашов, И.Л. Севастьянова выявили зависимости стоимости жилья на вторичном рынке от четырех факторов: «...этаж, площадь общая, площадь жилая и площадь кухни» [12]. Связь ценового фактора жилья с внешними факторами экономики установлена при проведении международных исследований. Такие ученые как Радослав Селлмер, Януш Ясинский анализируют пространственную динамику изменения цен и детерминанты строительной деятельности путем анализа социальных, демографических и экономических факторов, касающихся отдельных районов Ольштына (Польша) [13], С. Холли, М. Хашем Песаран, Т. Ямагата в своей работе дают анализ цен на недвижимость в Великобритании, а также зависимость реальных цен на жилье на государственном уровне от реальных доходов на душу населения [14], Регина Диас Баркокебас с соавторами определяют зависимость стоимости строительства жилья от класса его энергоэффективности [15], Андрей Пасиорек изучает цены на жилье в контексте изменения рынка предложения и факторов, влияющих на него [16], Рената Стасяк-Бетлеевская, Марек Поткань связывают стоимость строительства энергоэффективного жилья с

эксплуатационными затратами [17], П.В. Герасименко выполнено моделирование и проведено исследование цены квадратного метра жилья в зависимости от курса рубля и ключевой ставки [18].

В данном исследовании предполагаем, что рыночная стоимость включает в себя сметную стоимость строительства. Сметная стоимость строительства складывается из прямых затрат, накладных расходов и сметной прибыли и является всегда меньше рыночной стоимости. В состав прямых затрат входят затраты на материальные ресурсы, заработная плата рабочих, затраты на эксплуатацию машин и механизмов. Эти факторы непосредственно влияют на стоимость строительства 1 м² жилья на первичном рынке, что и будет формировать рыночную стоимость жилья. Как для заказчиков, так и для подрядных организаций и потребителей важно принимать оперативные решения на основе реальной картины по стоимости ресурсов, поэтому для них необходима некая модель, которая бы позволяла при изменении одного из элементов себестоимости определить стоимость конечного показателя [22].

Целью исследования является разработка моделей прогнозирования стоимости строительства 1 м² жилья на первичном рынке.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определение факторов, влияющих на цену квадратного метра жилья;
- определение зависимостей факторов;
- построение математической модели;
- интерпретация результатов.

В качестве исходных данных для построения модели на основе статистических данных были рассчитаны и использованы темпы роста стоимости строительства 1 м² общей площади жилья в Российской Федерации за период 2005–2021 гг.

Основная часть

Современная экономическая ситуация заставляет субъекты строительной отрасли анализировать процессы, происходящие на рынке и оперативно реагировать на изменения цен на ресурсы. А наблюдение за ценами строительных ресурсов позволяет своевременно решать задачи по определению стоимости жилья.

Динамика изменения цен на строительные ресурсы дана в таблице 1

Таблица 1

Динамика изменения цен строительных ресурсов в Республике Татарстан

№ п/п	Код ресурса	Наименование ресурса	Ед. изм.	Цена по Стройцене Республика Татарстан			Индексы изменения в 2022 к 2021
				1 квартал 2000 г.	1 квартал 2021 г.	1 квартал 2022 г.	
1	08.4.03.03-0004	Горячекатанная арматурная сталь класса А500 С, диаметром: 12 мм	т	5802,77	51 456,51	70 262,51	136,55
2	04.1.02.01-0006	Смеси бетонные мелкозернистого бетона (БСМ), класс В15 (М200)	м ³	490,00	3 616,63	4 622,56	127,81
3	12.2.05.02-0001	Плиты из минеральной ваты гидрофобизированные негорючие на основе каменных пород, плотность 90 кг/м ³	м ³	306,37	2 473,38	2 473,38	100,00
4	01.6.01.02-0005	Листы гипсокартонные ГКЛ, толщина 9,5 мм	м ²	14,8	70,41	88,66	125,92

№ п/п	Код ресурса	Наименование ресурса	Ед. изм.	Цена по Стройцене Республика Татарстан			Индексы изменения в 2022 к 2021
				1 квартал 2000 г.	1 квартал 2021 г.	1 квартал 2022 г.	
5	21.1.06.09-0151	Кабель силовой с медными жилами ВВГнг(А)-LS 3х1,5-660	1000 м	4832,12	32 234,61	75 289,30	233,57
6	61.2.02.01-0083	Извещатель пожарный дымовой: ИП 212-141	10 шт.	224,48	2 031,80	2 420,80	119,15
7	19.1.01.02-0003	Воздуховоды из листовой стали толщиной 0,5 мм, диаметр до 1000 мм	м ²	76,99	404,64	468,42	115,76
8	08.3.09.01-0123	Профнастил оцинкованный С21-1000-0,7	м ²	65,54	483,34	698,05	144,42
9	24.2.02.01-0003	Трубы металлополимерные многослойные для горячего водоснабжения, номинальное давление 1 МПа (10 кгс/см ²), температура до 95°С, диаметр 25 мм	м	28,48	104,83	209,66	200,00
10	04.3.01.12-0111	Раствор готовый отделочный тяжелый, цементно-известковый, состав 1:1:6	м ³	517,91	2 796,59	2 930,71	104,80
11	14.3.01.02-0102	Грунтовка: водно-дисперсионная "БИРСС Бетон-контакт"	т	18390,16	101 724,54	101 724,54	100,00
12	11.3.02.04-0029	Блок оконный из ПВХ-профилей, трехстворчатый, с поворотной откидной створкой, двухкамерным стеклопакетом (32 мм), площадью до 2 м ²	м ²	3237,18	5 122,76	7 823,07	152,71
13	14.5.01.05-0001	Герметик пенополиуретановый (пена монтажная)	л	89,33	409,61	453,04	110,60
14	91.14.02-001	Автомобили бортовые, грузоподъемность: до 5 т	маш.-ч.	65,71	897,41	1 105,43	123,18
15	91.05.05-016	Краны на автомобильном ходу, грузоподъемность: 25 т	маш.-ч.	476,43	2 305,02	2 628,39	114,03

Расчитано автором

Как видно из таблицы 1 все цены на ресурсы имеют тенденцию повышения. Темпы роста изменения стоимости ресурсов даны в таблице 1 только в 2022 г. по отношению стоимости 2021 г. За год не изменилась цена на плиты из минеральной ваты, а также на грунтовку. Наибольшее изменение цены наблюдалось у кабеля силового (в 2,33 раза), у труб металлополимерных (в 2 раза), оконных блоков (в 1,52 раза), арматуры (в 1,36 раза). Стоимость роста машино-часа работы основных строительных машин также значительна. Все эти изменения стоимости строительных ресурсов не могли не сказаться на изменении стоимости строительства объектов, в т. ч. стоимости жилья.

Наиболее популярным инструментом установления связей между стоимостью и факторами является корреляционный анализ, который показывает зависимость переменных факторов [18–21].

В работе выполнено моделирование стоимости строительства 1 м² жилья, которое объясняет связи между стоимостью и переменными (элементами затрат), а также проведено исследование этой связи. Зависимости факторов и переменной рассматриваются на основе временных динамических рядов. Использование динамических рядов возможно с учетом того, что:

- данные о стоимости 1 м² жилья представлены в виде табличных данных;
- возможно исследование на случайные величины временного ряда.

Последовательность расчетов для моделирования изменения цены жилья осуществляется в несколько этапов:

- построение кореллограммы и установление трендов;
- расчет коэффициентов корреляции и оценки их значимости;
- построение математической модели и проверка ее на адекватность;
- построение и исследование различных временных рядов;
- проведение оценки качества построенных моделей.

Для расчета коэффициента корреляции пользуемся формулой:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \quad (1)$$

где n — количество наблюдений;

x_i — факторный признак;

y_i — результативный признак.

Проверку гипотезы о наличии линейной корреляционной связи проведем для уровня значимости α = 0,05, исследуя распределение Стьюдента по формуле:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2)$$

Коэффициент корреляции позволяет измерить степень взаимосвязи между величинами, а также определить направление этой связи. Для определения формы зависимости между величинами используется регрессионный анализ. Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = a + b \cdot X, \quad (3)$$

где Y — значение зависимой переменной;

X — значение независимой переменной;

a, b — параметры уравнения.

На основании уравнения регрессии в работе построена многофакторная регрессионная модель стоимости жилья в зависимости от изменения факторов.

Исходными данными для расчета послужили данные о стоимости строительства жилья в Республике Татарстан Российской Федерации за период 2005–2021 гг., а также о стоимости элементов затрат на строительство жилья за этот же период, которые ежегодно публикуются в открытом доступе органами государственной статистики.

Таблица 2

Данные о стоимости строительства 1 м² жилья и элементов затрат

Год	Цена 1 м ² жилья	Материальные затраты	Затраты на оплату труда	Единый социальный налог	Амортизация основных средств	Прочие затраты
2005	15319	10478,20	2221,26	536,165	306,38	1777,00
2006	27890	15785,74	4573,96	1115,60	557,80	5856,90
2007	32765	21002,37	5406,23	1343,36	688,06	4324,98
2008	34628	22404,32	5159,57	1038,84	657,93	5367,34

Год	Цена 1 м ² жилья	Материальные затраты	Затраты на оплату труда	Единый социальный налог	Амортизация основных средств	Прочие затраты
2009	30892	20203,37	4263,09	988,544	895,87	4541,12
2010	34315	22407,70	4975,80	1166,71	926,50	4838,41
2011	35750	24739,00	5005,00	1501,50	822,25	3682,25
2012	45442	28855,67	5862,02	1635,91	1272,37	7816,02
2013	45223	28852,27	6285,99	1718,47	1266,24	7100,01
2014	49478	31171,14	7718,56	2177,03	1286,43	7124,83
2015	54874	34790,12	9163,95	2524,20	1316,97	7078,74
2016	52816	35175,46	8344,92	2218,27	1056,32	6021,02
2017	55906	35556,22	9727,64	2683,49	1341,74	6596,91
2018	42352	25580,61	8004,53	2202,30	1270,56	5294,00
2019	41864	26416,18	8079,75	2218,79	1214,05	3935,21
2020	44910	27934,02	9116,73	2335,32	1257,48	4266,45
2021	54470	34839,01	8693,41	2265,95	1350,85	7326,21

Данные Росстата¹

Динамика стоимости жилья за последние 17 лет, представленная в таблице 2, говорит об очень высоких темпах изменения ее стоимости. В 2015 г. стоимость 1 м² резко возросла, а в последующие годы было заметно некоторое снижение, которое, впрочем, не изменило общей картины плавного повышения цены. В соответствии с этим, элементы затрат, входящие в себестоимость строительства также имеют высокие темпы роста. Для выявления основных факторов, влияющих на стоимость жилья, проведен анализ структуры себестоимости строительства по элементам затрат.

Таблица 3

Структура себестоимости строительства

Виды затрат	Доля в структуре, %	Факторы
Материальные затраты	63,96	X ₁
Затраты на оплату труда	15,96	X ₂
Единый социальный налог	4,16	
Амортизация основных средств	2,48	X ₃
Прочие затраты	13,45	X ₄
Итого	100,00	

Рассчитано автором

Как видно из таблицы 3, наибольшую долю в структуре себестоимости занимают материальные затраты — 63,96 %, далее по значимости идут затраты на оплату труда — 15,96 %, прочие затраты — 13,45 %. Представленные значения в таблице 2 рассчитаны как среднеарифметическое значение показателей за период 2005–2021 гг. Единый социальный налог, который занимает в составе затрат 4,16 %, зависит от объема затрат на заработную плату, поэтому для дальнейших расчетов по прогнозированию моделей затрат этот показатель исключаем. Увеличение затрат на материальные ресурсы, на оплату труда, на амортизацию основных средств влечет за собой удорожание стоимости жилья. Поэтому далее исследуем только факторы, формирующие стоимость строительства жилья.

По рисунку 1 можно полагать, что между факторами и результирующим показателем существует зависимость, которую можно свести к линейной. Однако, абсолютные значения показателей не всегда удобны в расчетах прогнозных моделей. Поэтому в качестве зависимых и зависящих показателей принимаем темпы роста, которые наглядно показывают тенденцию изменения этих показателей.

¹ Строительство в России. 2020: Стат. сб. / Росстат. — М., 2020. — 113 с.
https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tASKTSkO/Stroitelstvo_2020.pdf (доступ свободный).

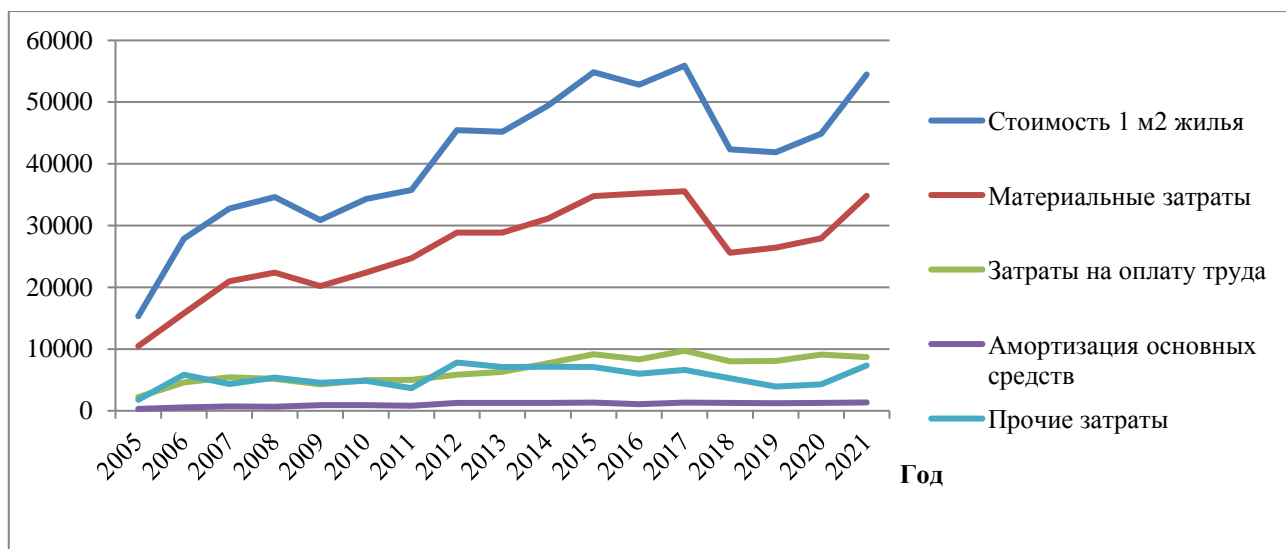


Рисунок 1. Зависимость стоимости строительства 1 м² жилья от элементов затрат (рисунок автора)

В таблицу 4 сведены базисные темпы роста изменения стоимости строительства 1 м² жилья, а также темпы роста показателей, оказывающие влияние на ее формирование. Первый период — 2005 г. взят за базисный показатель, его значение роста принимают за 100 %.

Таблица 4

Темпы роста стоимости материальных затрат (x₁), затрат на оплату труда (x₂), амортизации основных средств (x₃) и прочих затрат (x₄), стоимости 1 м² общей площади жилья (y)

№	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄
1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2	182,06	150,65	205,92	182,06	329,59
3	213,88	200,44	243,39	224,58	243,39
4	226,05	213,82	232,28	214,74	302,05
5	201,66	192,81	191,92	292,40	255,55
6	224,00	213,85	224,00	302,40	272,28
7	233,37	236,10	225,32	268,38	207,22
8	296,64	275,39	263,91	415,29	439,84
9	295,21	275,36	282,99	413,29	399,55
10	322,98	297,49	347,49	419,88	400,95
11	358,21	332,02	412,56	429,85	398,35
12	344,77	335,70	375,68	344,77	338,83
13	364,95	339,34	437,93	437,93	371,24
14	276,47	244,13	360,36	414,70	297,92
15	273,28	252,11	363,75	396,26	221,45
16	293,17	266,59	410,43	410,43	240,09
17	355,57	332,49	391,37	440,91	412,28

Рассчитано автором

Как видно из рисунка 2, темпы роста показателей имеют одинаковую тенденцию. Кроме того, значения темпов роста показателей имеют и одинаковую размерность, т. е. одинаково влияют на стоимость. Это можно доказать, используя эмпирические формулы, а именно, формулы корреляции, позволяющие установить взаимосвязь ряда числовых последовательностей. Расчет данного показателя на основе имеющихся данных позволяет определить наличие связи между переменными.

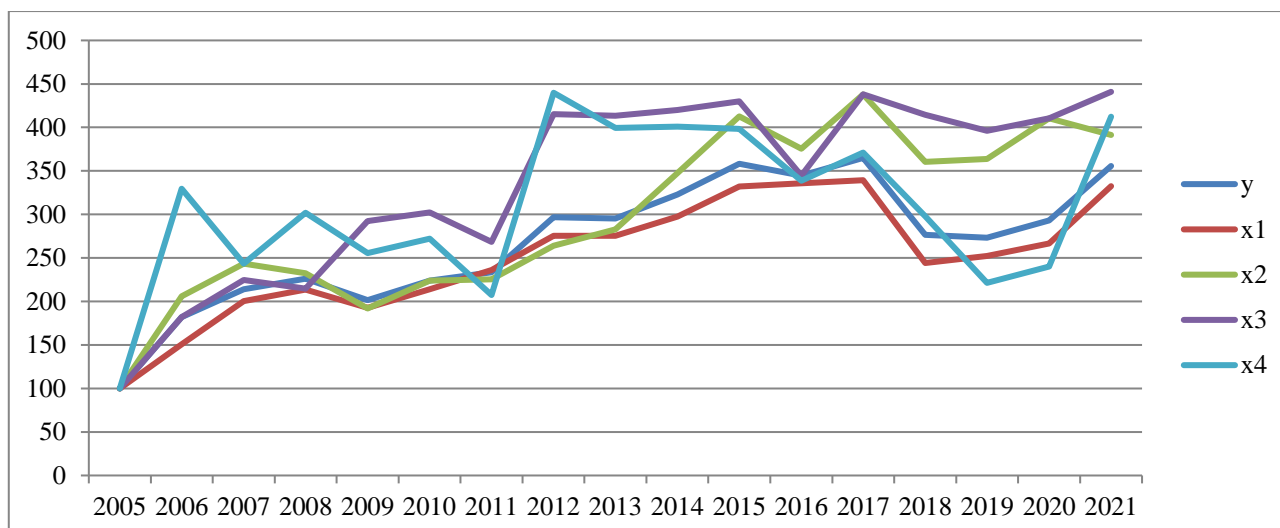


Рисунок 2. Динамика стоимости материальных затрат (x_1), затрат на оплату труда (x_2), амортизации основных средств (x_3) и прочих затрат (x_4), стоимости 1 м² общей площади жилья (y) (рисунок автора)

Используя вышеприведенные формулы, проведем корреляционный анализ и результаты расчетов сведем в таблицу 5.

Таблица 5

Результаты корреляционного анализа

Влияющий фактор	Коэффициент корреляции	Интерпретация результата
Материальные затраты	0,99134	Очень сильная корреляция
Затраты на оплату труда	0,91692	Очень сильная корреляция
Амортизация основных средств	0,90180	Очень сильная корреляция
Прочие затраты	0,75925	Сильная корреляция

Рассчитано автором

Как видно из таблицы 5, предположения о тесной взаимосвязи показателей подтвердились. Надо отметить, что изменение приведенных показателей имеет положительную связь с изменением стоимости строительства 1 м² жилья. Представленные расчеты доказывают, что на стоимость жилья в наибольшей степени оказывают влияние материальные затраты.

На основании представленных формул были рассчитаны парные и множественная корреляции. Результаты расчетов сведены в таблицы 6 и 7.

Таблица 6

Результаты расчетов коэффициентов парной корреляции

Показатель	x_1	x_2	x_3	x_4
Коэффициент корреляции	0,99134	0,91692	0,90180	0,75925
Критерий Фишера (критическое значение)	3,11			
Расчетное значение критерия Фишера	0,00117	0,01262	0,01530	0,04898
Оценка пригодности	уравнение адекватно	уравнение адекватно	уравнение адекватно	уравнение адекватно
Критическое распределение Стьюдента	2,120			
Расчетное распределение Стьюдента	29,24	8,89	8,08	4,52
Оценка значимости и теснота связи	высокая значимость, теснота связи сильная	высокая значимость, теснота связи сильная	высокая значимость, теснота связи сильная	высокая значимость, теснота связи сильная

Рассчитано автором

Таблица 7

Результаты расчетов коэффициентов множественной корреляции

Показатель	x_1	x_2	x_3	x_4
Коэффициент корреляции	0,99134	0,91692	0,90180	0,75925
Критическое распределение Стьюдента	2,120			
Расчетное распределение Стьюдента	83,14	34,75	6,01	32,56
Оценка значимости и теснота связи	высокая значимость, теснота связи сильная	высокая значимость, теснота связи сильная	высокая значимость, теснота связи сильная	высокая значимость, теснота связи сильная

Рассчитано автором

Из таблиц видно, что значимыми оказываются все коэффициенты нашего уравнения. Для проверки пригодности полученного уравнения регрессии применяется F-критерий (критерий Фишера). Согласно проведенным расчетам, $F_{расч} = 0,00006$. Критическая величина $F_{крит} = 3,11$ (для уровня значимости $\alpha = 0,05$), значит, выполняется соотношение $F_{расч} < F_{крит}$, поэтому уверенно можно говорить о высокой степени адекватности анализируемого уравнения, а именно, с вероятностью 95 % данное уравнение может предсказать экспериментальные результаты. Показатели критерия Стьюдента для рассчитанных коэффициентов не превышают критического значения, соответственно, значимыми оказываются все коэффициенты нашего уравнения.

Прогноз стоимости строительства 1 м² жилья в Республике Татарстан должен учитывать как тенденцию изменения этого показателя, так и изменения факторов, влияющих на стоимость. Был проведен регрессионный анализ стоимости жилья на основе временных рядов темпов роста факторов, влияющих на его стоимость. Одномерный анализ, например, зависимость стоимости строительства 1 м² жилья от затрат на материальные ресурсы, возможно использовать когда влияние других факторов не обнаружено. Но, к сожалению, как видим в таблице 1, не происходит изменение только одного фактора. Не имея между собой связи, факторы имеют тенденцию к изменению, причем по одинаковой траектории.

Для прогнозирования стоимости строительства 1 м² жилья построены уравнения тренда, которые представлены в таблице 8.

Таблица 8

Уравнения тренда

Наименование фактора		Уравнение цены квадратного метра жилья в зависимости от изменяющихся факторов, полученных в ходе исследования
Темп роста средней цены строительства жилья по Республике Татарстан за 1 м ²	Y	$Y = 0,689x_1 + 0,179x_2 + 0,026x_3 + 0,113x_4 - 1,38$
Темп роста материальных затрат	X_1	$Y = 2,72 + 1,06x_1$
Темп роста затрат на оплату труда	X_2	$Y = 62,87 + 0,69x_2$
Темп роста амортизации основных средств	X_3	$Y = 60,68 + 0,62x_3$
Темп роста прочих затрат	X_4	$Y = 82,24 + 0,60x_4$

Рассчитано автором

Для прогноза сценариев изменения стоимости 1 м² жилья проведены расчеты по трендовой модели и результаты занесены в таблицу 9.

Таким же образом можно рассчитать и множественную зависимость изменения стоимости строительства 1 м² жилья. Причем, изменения каждого фактора может быть разным и многовариантным.

Таблица 9

**Прогнозные значения изменения стоимости
строительства 1 м² жилья в зависимости от изменения показателей**

	Изменение показателя на							
	1 %	2 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
x ₁	109,78	110,84	114,02	119,32	124,62	129,92	135,22	140,52
x ₂	132,56	133,25	135,32	138,77	142,22	145,67	149,12	152,57
x ₃	123,30	123,92	125,78	128,88	131,98	135,08	138,18	141,28
x ₄	142,84	143,44	145,24	148,24	151,24	154,24	157,24	160,24

Рассчитано автором

Многофакторный анализ дает точные результаты при прогнозировании затрат на строительство, что позволит сделать правильные шаги заказчикам, инвесторам в стратегических вопросах финансирования и вложения.

Выводы

1. Выявлена количественная зависимость изменения цены 1 м² стоимости строительства от изменения темпов роста затрат на материальные ресурсы, на оплату труда рабочих-строителей, амортизацию основных средств и прочих затрат. Зависимость факторов признана линейной.
2. Самым значимым фактором влияния на цену жилья был выявлен фактор «материальные ресурсы». Поэтому для снижения себестоимости строительной продукции необходимо принимать меры по уменьшению материалоемкости продукции.
3. В качестве базисной стоимости можно принять любой период, удобный для расчета или имеющий характерные черты. В российской системе ценообразования принимают базисным — 2001 г. В качестве базисного периода можно принять выведенную стоимость строительства 1 м² жилья на период начала строительства конкретного объекта.
4. Построенные модели изменения темпов роста стоимости строительства 1 м² жилья дают возможность оценить реальные намерения инвесторов.
5. Предложенные модели позволяют оценить возможности подрядной организации при разработке своего бюджета.
6. Изменение стоимости ресурсов дают возможность оперативно реагировать и верно принимать управленческие решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданова, Ю.Н. Платежеспособный спрос и уровень доступности жилья на рынке недвижимости Москвы / Ю.Н. Богданова, Ж.А. Хоркина // Промышленное и гражданское строительство. — 2020. — № 11. — С. 63–68. — DOI 10.33622/0869-7019.2020.11.63-68.
2. Овсянникова, Т.Ю. Государственная жилищная политика в России: цели и реалии / Т.Ю. Овсянникова, О.В. Рабцевич, И.В. Югова // Недвижимость: экономика, управление. — 2018. — № 4. — С. 6–12.
3. Козлова, О.А. Анализ основных факторов спроса на российском рынке жилья / О.А. Козлова // Экономика и предпринимательство. — 2020. — № 1(114). — С. 254–258.
4. Медяник, Ю.В. Рынок жилой недвижимости как индикатор кризисных явлений в российской экономике / Ю.В. Медяник // Российское предпринимательство. — 2017. — Т. 18. — № 6. — С. 1059–1074. — DOI 10.18334/rp.18.6.37656.
5. Добышева, Т.В. К вопросу об анализе цен на рынке жилой недвижимости / Т.В. Добышева // Молодежный вестник ИрГТУ. — 2018. — Т. 8. — № 1. — С. 130.
6. Гимадиева, Л.Ш. Анализ жилищного строительства в Приволжском федеральном округе / Л.Ш. Гимадиева // Региональные проблемы преобразования экономики. — 2021. — № 6(128). — С. 43–52. — DOI 10.26726/1812-7096-2021-6-43-52.
7. Гимадиева, Л.Ш. Сравнительный анализ стоимости жилья в Приволжском федеральном округе / Л.Ш. Гимадиева // Наука и бизнес: пути развития. — 2021. — № 7(121). — С. 147–151.
8. Гимадиева, Л.Ш. Анализ стоимости жилья на строительном рынке Республики Татарстан / Л.Ш. Гимадиева // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. — 2018. — № 9(115). — С. 4.
9. Чугунова, Ю.В. Рынок жилой недвижимости в Республике Татарстан: особенности и направления развития / Ю. В. Чугунова // Горизонты экономики. — 2021. — № 6(66). — С. 50–55.
10. Плехов, П.В. Прогнозирование стоимости квадратного метра жилья в Пермском крае методами математического моделирования / П.В. Плехов, К.С. Булычев, Н.В. Веселков // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. — 2020. — № 3(14). — С. 94–101.
11. Володина, Ю.И. Прогнозирование стоимости квадратного метра жилья в Российской Федерации методами математического моделирования / Ю.И. Володина, К.С. Булычев, Н.В. Веселков // Информационные технологии в управлении и экономике. — 2020. — № 3(20). — С. 12–20.
12. Математическое моделирование стоимости вторичного жилья в городе Красноярске в 2017 году / Д.В. Бренинг, О.В. Пашковская, С.И. Сенашов, И.Л. Савостьянова // Сибирский журнал науки и технологий. — 2018. — Т. 19. — № 4. — С. 581–588. — DOI 10.31772/2587-6066-2018-19-4-581-588.
13. Cellmer R. Analysis of Housing Development Activity in Poland from 2005–2014 / Cellmer R. Jasiński J. // Real Estate Management and Valuation, — 2016. vol. 24, no. 4, pp. 47–58. DOI: 10.1515/remav-2016-0029.

14. S. Holly The spatial and temporal diffusion of house prices in the UK / S. Holly, M. Hashem Pesaran, T. Yamagata // *Journal of Urban Economics*. Volume 69, Issue 1, — 2011, p. 2–23. DOI: 10.1016/j.jue.2010.08.002.
15. Regina Dias Barkokebas Achieving housing energy-efficiency requirements: Methodologies and impacts on housing construction cost and energy performance / R.D. Barkokebas, Y. Chen, H. Yu, M. Al-Hussein // *Journal of Building Engineering*. — 2019. № 26. DOI: 10.1016/j.job.2019.100874.
16. Andrew Paciorek Supply constraints and housing market dynamics / A Paciorek // *Journal of Urban Economics*. — 2013. № 77. DOI: 10.2139/ssrn.1982538.
17. Renata Stasiak-Betlejewska, Marek Potkány Construction Costs Analysis And Its Importance To The Economy / Renata Stasiak-Betlejewska, Marek Potkány // *Procedia Economics and Finance*. — 2015. № 34. 35–42 p. DOI: 10.1016/S2212-5671(15)01598-1.
18. Герасименко, П.В. Моделирование изменения стоимости жилья массового спроса в период его строительства / П.В. Герасименко // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: Сборник научных статей II Всероссийской научной конференции с международным участием. В 2 частях, Тольятти, 22–24 апреля 2019 года. — Тольятти: Издатель Качалин Александр Васильевич, 2019. — С. 106–110.
19. Кучина, Е.В. Анализ факторов формирования стоимости жилья при переходе к проектному финансированию жилищного строительства / Е.В. Кучина, Л.Ш. Морозова // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. Серия: Экономика и менеджмент. — 2018. — Т. 12. — № 4. — С. 54–61. — DOI 10.14529/em180407.
20. Бурова, И.В. Анализ и прогнозирование ценовых тенденций на рынке жилой недвижимости / И.В. Бурова, М.В. Паничкина // *Фундаментальные исследования*. — 2017. — № 6. — С. 110–114.
21. Соколовская, Е.Н. Применение корреляционного анализа при оценке стоимости жилой недвижимости в Республике Коми / Е.Н. Соколовская // *Финансовый бизнес*. — 2021. — № 1(211). — С. 47–51.
22. Медяник, Ю.В. Резервы снижения стоимости жилья в рамках реализации государственных жилищных программ / Ю.В. Медяник // *Российское предпринимательство*. — 2015. — Т. 16. — № 5(275). — С. 777–786.

Gimadieva Liliya Sharifzianovna

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

E-mail: LI-DA2007@yandex.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=621091

Modeling the cost of housing construction

Abstract. Analysis of changes in the market of building materials, labor force and other factors influencing the construction and its cost is caused by the instability and uncertainty of the external environment, creating problems for construction. Monitoring the cost of resources allows you to analyze changes and quickly make management decisions. This study examines the factors that directly affect the cost of building 1 m² of housing in the primary market, which will form the market value of housing. The aim of the study is to develop models for predicting the cost of construction for housing in the primary market. Based on the correlation-regression analysis, the author has calculated a model that allows, when changing one of the cost elements, to determine the cost of the final indicator. The paper also performed a simulation of the price of 1 m² of housing, which explains the relationship between cost and variables, as well as a study of this relationship. Dependences of factors and variable are considered on the basis of time series. The article reveals a quantitative dependence of the change in the price of construction of 1 m² of housing on the change in the growth rate of costs for material resources, wages for construction workers, depreciation of fixed assets and other costs. The dependence of the factors is recognized as linear. The conclusions obtained in the article will allow both customers and contractors and consumers to make the right operational decisions based on a real picture of the cost of resources, as well as assess the capabilities of the contractor in developing its budget and correct management decisions.

Keywords: housing construction; housing market; statistics; housing cost; construction