

УДК 338.242.2

Сиразетдинов Р.М. – кандидат экономических наук, доцентE-mail: rustem.m.s_1999@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
(НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)****АННОТАЦИЯ**

Инвестиционно-строительный комплекс – это открытая система, на которую влияет внешняя среда. Для моделирования инновационных процессов в инвестиционно-строительный комплекс необходимо выделять доминирующие факторы воздействия, определять устойчивые причинно-следственные связи между ними. В целях выявления наиболее важных макроэкономических процессов, оказывающих влияние на инновационные, в статье предлагается использовать метод главных компонент. Проведенные исследования позволили увидеть скрытые переменные, которые формируют инвестиционный климат в Республике Татарстан, а также выявить и количественно оценить группы факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на уровень инновационного развития в инвестиционно-строительном комплексе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инвестиционно-строительный комплекс, инновационное развитие, моделирование, факторы внешней среды, метод главных компонент.

Sirazetdinov R.M. – candidate of economic sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

**MODELLING OF INNOVATIVE DEVELOPMENT
OF THE INVESTMENT-CONSTRUCTION COMPLEX
(ON THE EXAMPLE OF TATARSTAN REPUBLIC)****ABSTRACT**

The investment-construction complex is open system on which the environment influences. For innovative processes modeling in investment-construction complex it is necessary to allocate dominating factors of influence, to define steady relationships of cause and effect between them.

In order to identify the most important macro-economic processes that influence innovation, the article suggests to use the method of principal components. The conducted researches have allowed to see the latent variables which form an investment climate in the Republic of Tatarstan, and also to reveal and quantitatively to estimate groups of the factors, making the most essential impact on level of innovative development in an investment-construction complex.

KEYWORDS: investment-construction complex, innovative development, modeling, environment factors, the method of principal components.

Инвестиционно-строительный комплекс, как и любой другой, – это открытая система, на которую влияет внешняя среда. Поэтому для моделирования инновационных процессов в инвестиционно-строительный комплекс необходимо выделять доминирующие факторы воздействия, определять устойчивые причинно-следственные связи между ними.

В целях выявления наиболее важных макроэкономических процессов, оказывающих влияние на инновационные, мы предлагаем использовать метод главных компонент [1]. Использование этого метода позволяет выявить скрытые факторы, оказывающие влияние на инновационные процессы. Метод главных компонент (МГК) осуществляет декомпозицию исходной матрицы данных на структурную часть (несколько первых главных компонент, которые лежат в направлениях максимальных изменений) и на шум [2].

В методе главных компонент используются новые, формальные переменные t_a ($a=1, \dots, A$), являющиеся линейной комбинацией исходных переменных x_j ($j=1, \dots, J$):

$$t_a = p_{a1}x_1 + \dots + p_{aJ}x_J, \quad (1.1)$$

где p_{aJ} – нагрузки,
или в матричном виде:

$$X - TP^t + E - \sum_{a=1}^A t_a p_a^t + E \quad (1.2)$$

В этом уравнении T называется матрицей счетов. Ее размерность – $(I \times A)$. Матрица P называется матрицей нагрузок. Ее размерность $(A \times J)$. E – это матрица остатков, размерностью $(I \times J)$.

Новые переменные t_a называются главными компонентами. Число столбцов – t_a в матрице T и p_a в матрице P – равно A , которое называется числом главных компонент. Эта величина заведомо меньше числа переменных J и числа образцов I .

Для построения МГК счетов и нагрузок используется рекуррентный алгоритм, который на каждом шагу вычисляет одну компоненту. Сначала исходная матрица X преобразуется и превращается в матрицу E_0 , $a=0$. Далее применяют следующий алгоритм:

1. Выбрать начальный вектор t :

$$2. p^t = t^t E_a / t^t \quad (1.3)$$

$$3. p = p / (p^t p)^S \quad (1.4)$$

$$4. t = E_a p / p^t p \quad (1.5)$$

5. Проверить сходимость (сходимость означает то, что бесконечная последовательность, или сумма бесконечного ряда, или необоснованный интервал имеют предел), если нет, то повторить пункт 2.

После вычисления очередной (a -ой) компоненты, полагаем $t_a = t$ и $p_a = p$. Для получения следующей компоненты надо вычислить остатки по формуле:

$$E_{a+1} = E_a - t p^t \quad (1.6)$$

и применить к ним тот же алгоритм, заменив индекс a на $a+1$.

После того, как построено пространство из главных компонент, новые образцы X_{new} могут быть на него спроецированы, иными словами – определены матрицы их счетов T_{new} .

$$T_{new} = X_{new} P \quad (1.7)$$

Итак, матрицу X для проведения анализа метода главных компонент у нас образуют показатели, отражающие влияние внешней среды на инвестиционно-строительный комплекс. После выявления главных компонент мы определим, какие именно факторы определяют развитие инвестиционно-строительного комплекса.

Целью многомерного анализа является декомпозиция (разложение) данных, позволяющая выявить и промоделировать их «скрытые особенности». При этом важную роль играет понятие «изменение значений». Основным предположением, которое используют при нахождении таких «скрытых закономерностей», является то, что направления, в которых происходят наибольшие изменения в данных, так или иначе связаны с этими закономерностями. Модель главных компонент – это некоторая аппроксимация матрицы исходных данных, которую мы используем вместо исходной [3].

Каждая из главных компонент, которую мы последовательно определяем, ортогональна остальным и представляет все меньшую и меньшую вариацию значений переменных, или, другими словами, все меньшую «протяженность» облака точек данных вдоль направления старших главных компонент. Таким образом, последняя главная компонента будет лежать в направлении, в котором разница между образцами будет минимальной. Фактически различить образцы здесь нельзя, так как все эти отличия определяются просто случайным шумом. Поэтому главные компоненты с большими номерами могут рассматриваться как направления, в которых основная составляющая является шумом. Таким образом, метод главных компонент осуществляет декомпозицию (разложение) исходной матрицы данных на структурную часть (несколько первых главных компонент, которые лежат в направлениях максимальных изменений) и на шум (направления, в которых разница между положением точек достаточно мала, и ей можно пренебречь).

В качестве параметров, отражающих влияние внешней среды, были использованы показатели, представленные в табл. 1. Расчеты были проведены по данным Росстата и Татарстанстата с использованием программного обеспечения Unscrambler, фирмы САМО. Анализ проводился за период с 1995 по 2010 годы.

Образцами в данном случае будут экономические периоды – годы. Переменными – различные экономические показатели.

По результатам анализа остаточной дисперсии при прибавлении каждой новой компоненты можно заключить, что для построения модели метода главной компоненты необходимо использовать семь первых главных компонент ($A=7$). Они объясняют 93 % вариации исходных данных (рис. 1).

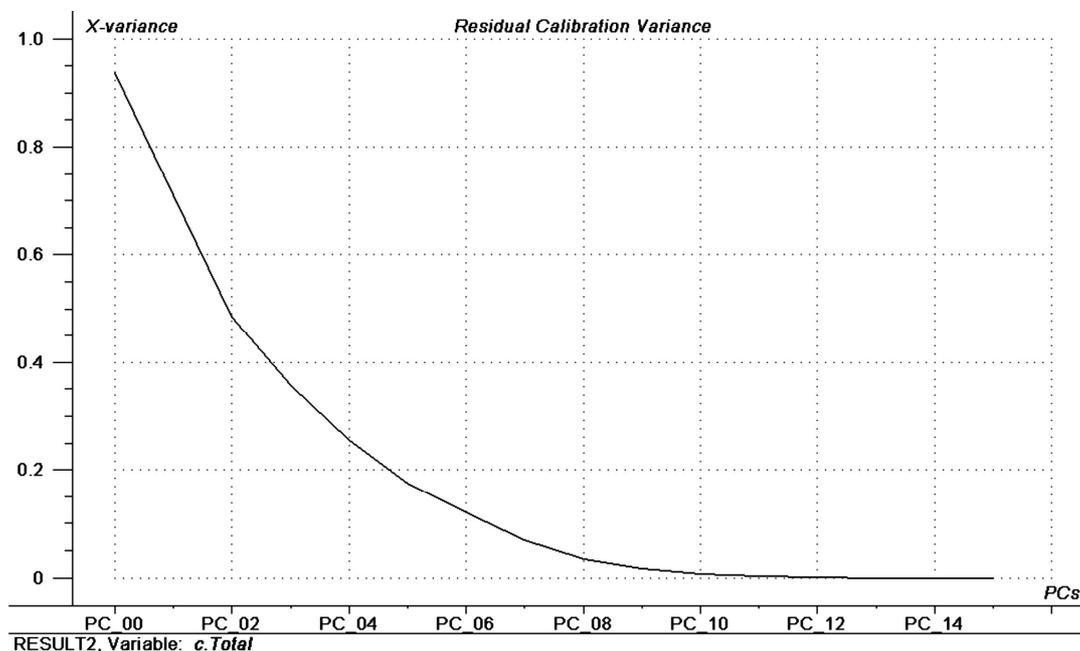


Рис. 1. График остаточной дисперсии

В результате применения метода главных компонент к моделированию внешней среды мы получаем значения счетов и нагрузок. Нагрузки определяют направления каждой главной компоненты в исходной системе координат. Значения нагрузок представлены в табл. 1.

Таблица 1

Величина нагрузок для главных компонент

Показатели	ГК1	ГК2	ГК3	ГК4	ГК5	ГК6	ГК7	ГК8	ГК9	ГК10	ГК11	ГК12	ГК13	ГК14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Индексы потребительских цен по РТ, %	0,08566	0,289	0,05096	0,03088	0,02647	0,306	0,02728	0,589	-0,262	0,009867	0,155	0,576	0,09704	-0,141
Курс доллара (среднегодовой)	0,349	-0,203	0,131	-0,03091	-0,0242	0,008223	0,03466	0,02186	0,21	0,05399	-0,314	-0,0454	0,626	-0,365
Ставка рефинансирования ЦБ РФ, %	0,09637	0,277	0,201	-0,07479	-0,396	-0,05567	0,183	-0,141	0,152	-0,04276	0,05698	0,0272	0,276	0,01557
Реальные денежные доходы населения по РТ (в % к предыдущему году)	0,222	0,159	0,08214	-0,24	-0,01403	0,225	0,127	0,528	0,421	0,02592	-0,169	-0,439	-0,279	0,161
Численность безработных, тыс. чел.	0,387	0,09699	0,147	-0,003695	-0,07993	-0,0679	0,05018	-0,139	-0,03315	0,004807	0,007197	0,193	0,08303	0,595
Число предприятий и организаций по РТ	0,366	-0,202	0,04946	-0,01597	0,04994	-0,0704	-0,05256	-0,006641	-0,05991	0,01738	-0,01567	0,09792	-0,162	-0,02325
Число малых предприятий по РТ, тыс.	0,08829	0,167	-0,08314	0,327	0,473	0,141	0,005707	-0,08404	0,121	0,394	0,04424	-0,05968	0,08874	0,139
Валовой региональный продукт, млн. руб.	0,376	-0,183	0,06462	-0,02148	0,02099	-0,07471	-0,03933	-0,01658	-0,04946	0,01416	-0,01032	0,106	-0,15	-0,02407

Окончание табл.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Доходы консолидированного бюджета РТ, млн. руб.	0,246	-0,15	-0,164	0,334	0,02007	-0,281	-0,105	0,197	0,201	-0,117	0,153	0,01986	-0,19	-0,366
Расходы консолидированного бюджета РТ, млн. руб.	0,07832	-0,342	0,09703	-0,262	0,132	0,195	-0,005134	-0,09976	-0,172	0,195	-0,228	0,104	-0,338	-0,121
Среднедушевые денежные доходы (в месяц), руб.	-0,151	-0,139	0,339	0,329	0,05815	-0,193	0,09173	0,241	-0,12	0,02193	0,254	-0,27	0,07032	0,02527
Среднедушевые денежные расходы (в месяц), руб.	-0,179	-0,19	-0,175	-0,312	0,02669	0,338	0,246	-0,12	0,21	0,291	0,225	0,118	0,107	-0,121
Поступление налогов, сборов и иных обязательных платежей в бюджетную систему РФ, млн. руб.	0,03512	-0,401	-0,0363	0,122	-0,14	0,02075	-0,03989	0,134	-0,04835	-0,01752	-0,212	0,196	0,037	0,392
Задолженность по налогам и сборам в бюджетную систему РФ, млн. руб.	-0,159	-0,09271	-0,06018	-0,32	0,281	-0,363	-0,314	0,15	0,399	-0,06442	0,101	0,301	0,154	0,11
Объем работ, выполненных собственными силами предприятий по договорам строительного подряда, млн. руб.	0,299	-0,246	-0,04621	-0,05973	0,03222	0,09357	0,263	-0,05479	-0,0929	0,03919	0,647	-0,15	0,07548	0,04082
Ввод в действие жилья, тыс. кв.м. общей площади	-0,07537	0,07434	0,432	-0,008397	-0,296	-0,229	0,15	-0,117	0,272	0,299	0,121	0,28	-0,369	-0,171
Сальдированный финансовый результат (по крупным и средним предприятиям), млн. руб.	0,06621	0,08016	-0,239	0,383	-0,274	0,174	-0,332	-0,07529	0,205	0,471	-0,04256	0,05102	-0,03652	0,03027
Численность постоянного населения, тыс. чел.	0,005118	0,0868	0,04921	0,272	0,424	0,02506	0,515	-0,185	0,287	-0,248	-0,186	0,255	-0,108	0,01653
Средние цены на первичном рынке жилья (руб. за 1 кв.м.)	-0,06538	-0,218	0,337	0,167	-0,006183	0,362	-0,235	-0,03621	0,266	-0,173	0,152	0,05735	0,07668	0,02072
Средние цены на вторичном рынке жилья (руб. за 1 кв.м.)	-0,134	-0,22	-0,333	-0,004219	-0,144	-0,249	0,261	0,245	0,173	0,162	0,08698	0,06963	0,06006	0,239
Доля убыточных предприятий, %	-0,225	-0,228	0,275	0,107	-0,01625	0,278	-0,18	0,01246	0,153	-0,186	0,0811	0,000754	-0,01426	0,152
Коэффициент доступности жилья в РТ, лет	-0,24	-0,228	0,2	0,146	-0,0211	-0,105	0,294	0,218	-0,185	0,314	-0,289	-0,01138	0,125	-0,002648
Инвестиции в основной капитал инвестиционно-строительного комплекса, млн.руб.	-0,03976	-0,134	-0,351	0,201	-0,35	0,206	0,229	-0,01612	0,09385	-0,366	-0,08052	0,08516	-0,0939	-0,06238

Графики нагрузок показывают, какой вклад вносит каждый рассматриваемый фактор в каждую компоненту (рис. 2-4). Полу жирным начертанием отмечены показатели с большими значениями нагрузок. Чем больше значение нагрузки, тем большее влияние оказывает этот фактор на главную компоненту.

При анализе рис. 2 можно отметить, что в положительной части первой главной компоненты (ГК1) сконцентрированы факторы, рост которых способствует развитию экономики.

$$\begin{aligned}
 \text{Главная компонента 1} = & 0,086*x_1+0,35*x_2+0,096*x_3+0,22*x_4+0,39*x_5+0,37*x_6+ \\
 & +0,088*x_7+0,376*x_8+0,25*x_9+0,078*x_{10}-0,04*x_{11}-0,15*x_{12}-0,18*x_{13}+0,035*x_{14}- \\
 & -0,16*x_{15}+0,3*x_{16}-0,075*x_{17}+0,066*x_{18}+0,005*x_{19}-0,065*x_{20}-0,13*x_{21}-0,23*x_{22}-0,24*x_{23}
 \end{aligned}
 \tag{1.8}$$

- где x_1 – индекс потребительских цен по РТ,
 x_2 – курс доллара,
 x_3 – ставка рефинансирования ЦБ РФ,
 x_4 – реальные денежные доходы населения РТ,
 x_5 – численность безработных РТ,
 x_6 – число предприятий и организаций РТ,
 x_7 – число малых предприятий РТ,
 x_8 – валовой региональный продукт по РТ,
 x_9 – доходы консолидированного бюджета РТ,
 x_{10} – расходы консолидированного бюджета РТ,
 x_{11} – инвестиции в основной капитал инвестиционно-строительного комплекса,
 x_{12} – среднедушевые денежные доходы по РТ,
 x_{13} – потребительские расходы по РТ,
 x_{14} – поступление налогов, сборов и иных обязательных платежей в бюджетную систему Российской Федерации от РТ,
 x_{15} – задолженность по налогам и сборам в бюджетную систему Российской Федерации от РТ,
 x_{16} – объем работ, выполненных собственными силами предприятий по договорам строительного подряда в РТ,
 x_{17} – ввод в действие жилья по РТ,
 x_{18} – сальдированный финансовый результат,
 x_{19} – численность постоянного населения в РТ,
 x_{20} – средние цены на первичном рынке жилья в РТ,
 x_{21} – средние цены на вторичном рынке жилья в РТ,
 x_{22} – доля убыточных предприятий,
 x_{23} – коэффициент доступности жилья в РТ.

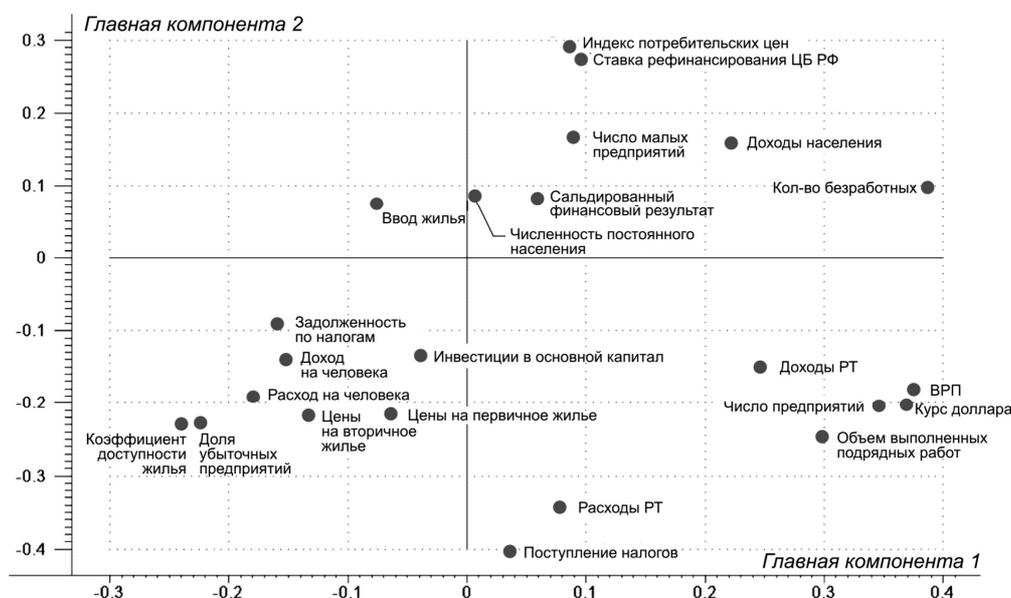


Рис. 2. График нагрузок ГК1-2: влияние факторов внешней среды на направление главных компонент

Первая главная компонента описывает наибольшее изменение в следующих показателях: курс доллара (0,349), численность безработных (0,387), число предприятий и организаций по РТ (0,366), валовой региональный продукт (0,376). Она интерпретируется как фактор, характеризующий уровень экономического развития.

Вторая главная компонента интерпретируется нами как фактор, характеризующий бюджетную политику, так как наибольшие нагрузки имеют показатели расходов консолидированного бюджета РТ (-0,342), поступления налогов, сборов и иных обязательных платежей в бюджетную систему РФ (-0,401).

$$\begin{aligned} \text{Главная компонента 2} = & 0,289*x_1 - 0,203*x_2 + 0,277*x_3 + 0,159*x_4 + 0,09*x_5 - \\ & 0,202*x_6 + 0,167*x_7 - 0,183*x_8 - 0,15*x_9 - 0,342*x_{10} - 0,134*x_{11} - 0,139*x_{12} - 0,19*x_{13} - 0,4*x_{14} - \\ & 0,09*x_{15} - 0,246*x_{16} + 0,07*x_{17} + 0,08*x_{18} + 0,08*x_{19} - 0,218*x_{20} + 0,22*x_{21} - 0,228*x_{22} - 0,228*x_{23} \end{aligned} \quad (1.9)$$

Проводя анализ графика нагрузок, можно выявить корреляции между рассматриваемыми факторами. Положительные корреляции отмечаются между показателями индекса потребительских цен, ставки рефинансирования ЦБ РФ; долей убыточных предприятий и коэффициентом доступности жилья в Республике Татарстан. Эти две группы показателей имеют отрицательные корреляции между собой.

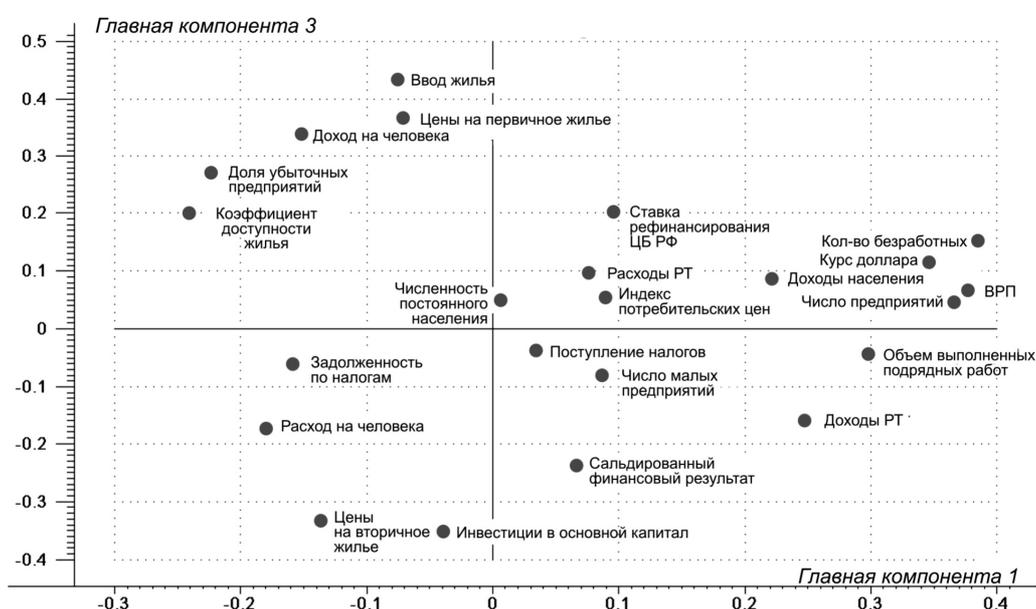


Рис. 3. График нагрузок ГК1-3: влияние факторов внешней среды на направление главных компонент

Третья главная компонента описывает наибольшее изменение в следующих показателях: среднедушевые денежные доходы (0,339), ввод в действие жилья (0,432), средние цены на первичном рынке жилья (0,337), средние цены на вторичном рынке жилья (-0,333), инвестиции в основной капитал инвестиционно-строительного комплекса (-0,351). Она интерпретируется как фактор, характеризующий уровень развития рынка недвижимости. Положительные корреляции отмечаются между показателями: число предприятий и ВРП РТ.

$$\begin{aligned} \text{Главная компонента 3} = & 0,05*x_1 + 0,131*x_2 + 0,201*x_3 + 0,08*x_4 + 0,147*x_5 + 0,05*x_6 - \\ & -0,08*x_7 + 0,06*x_8 + 0,164*x_9 + 0,097*x_{10} - 0,35*x_{11} + 0,339*x_{12} - 0,175*x_{13} - 0,036*x_{14} - 0,06*x_{15} - \\ & 0,046*x_{16} + 0,43*x_{17} - 0,239*x_{18} + 0,049*x_{19} + 0,337*x_{20} - 0,33*x_{21} + 0,275*x_{22} + 0,2*x_{23} \end{aligned} \quad (1.10)$$

Четвертая главная компонента интерпретируется нами как фактор, характеризующий платежеспособный инвестиционный спрос, так как наибольшие нагрузки имеют следующие показатели: число малых предприятий по РТ (0,327), доходы консолидированного бюджета РТ (0,334), среднедушевые денежные доходы (0,329), среднедушевые денежные расходы (-0,312), задолженность по налогам и сборам в бюджетную систему РФ (-0,32), сальдированный финансовый результат (0,383). Положительные корреляции отмечаются между показателями: количество безработных, курс доллара; расходы на человека в месяц, задолженность по налогам и сборам.

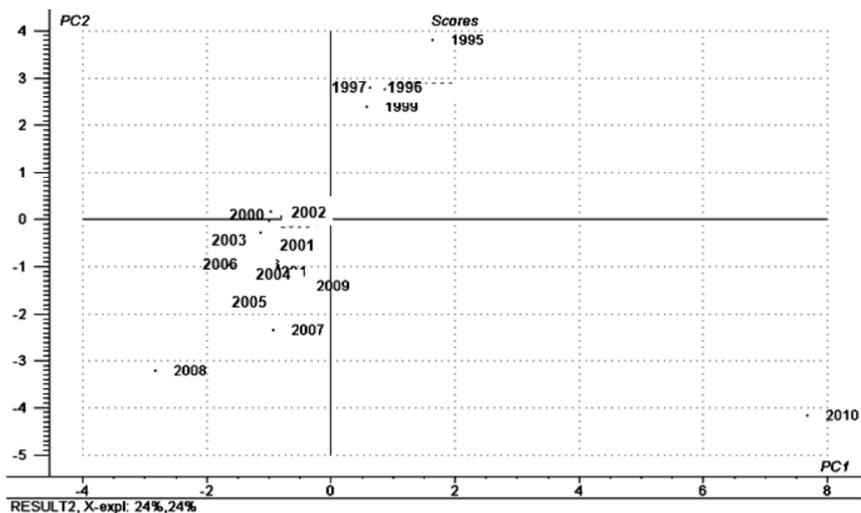


Рис. 5. График счетов ГК1-2: координаты рассматриваемых периодов в пространстве главных компонент

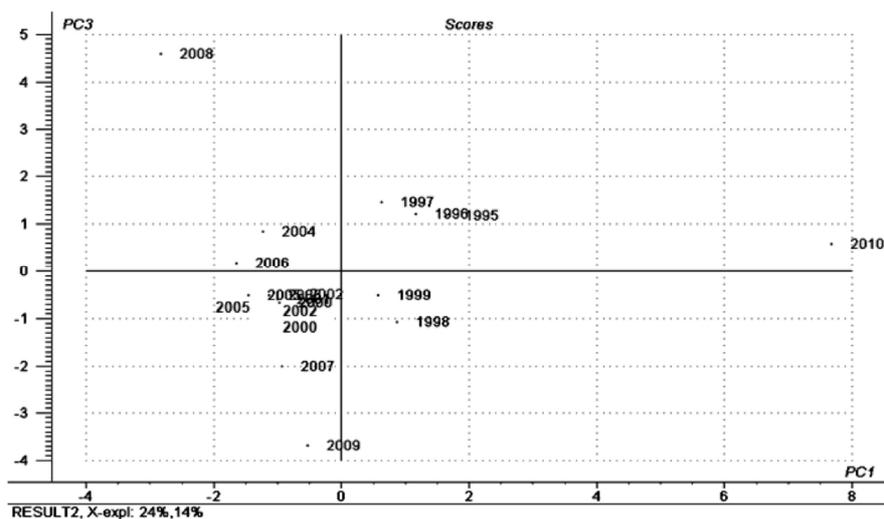


Рис. 6. График счетов ГК1-3: координаты рассматриваемых периодов в пространстве главных компонент

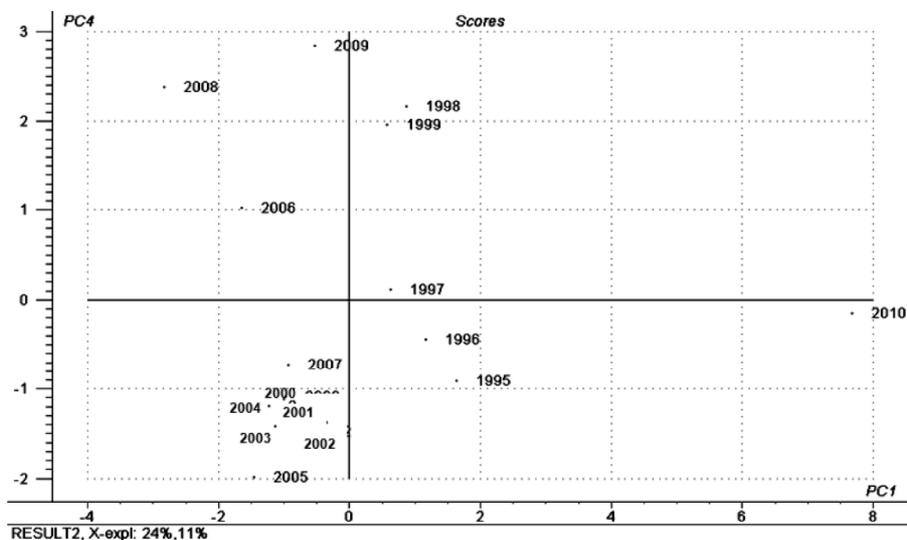


Рис. 7. График счетов ГК1-4: координаты рассматриваемых периодов в пространстве главных компонент

Анализируя значения счетов, можно заметить расположение этапов развития экономики инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан по экономическим периодам. Подобное распределение соответствует экономической интерпретации выявленных нами главных компонент.

Обобщая все вышеупомянутые графики нагрузок, можно увидеть скрытые переменные, которые формируют инвестиционный климат в Республике Татарстан.

Экономическая интерпретация представлена в табл. 2.

Таблица 2

Экономическая интерпретация главных компонент

Ком- по- нента	Показатели, формирующие главную компоненту (в скобках указаны значения нагрузок для показателей)	Процент объяс- ненной дисперсии для ГК, %	Экономическая интерпретация
1	2	3	4
ГК1	Курс доллара (среднегодовой) (0,349) Численность безработных, тыс. чел. (0,387) Число предприятий и организаций по РТ (0,366) Валовой региональный продукт, млн. руб. (0,376)	24	Фактор, характеризующий уровень экономического развития
ГК2	Расходы консолидированного бюджета РТ, млн. руб. (-0,342) Поступление налогов, сборов и иных обязательных платежей в бюджетную систему РФ, млн. руб. (-0,401)	24	Фактор, характеризующий бюджетную политику
ГК3	Среднедушевые денежные доходы (в месяц), руб. (0,339) Ввод в действие жилья, тыс. кв.м. общей площади (0,432) Средние цены на первичном рынке жилья (руб. за 1 кв.м.) (0,337) Средние цены на вторичном рынке жилья (руб. за 1 кв.м.) (-0,333) Инвестиции в основной капитал инвестиционно-строительного комплекса, млн. руб. (-0,351)	14	Фактор, характеризующий уровень развития рынка недвижимости
К4	Число малых предприятий по РТ, тыс. (0,327) Доходы консолидированного бюджета РТ, млн. руб. (0,334) Среднедушевые денежные доходы (в месяц), руб. (0,329) Среднедушевые денежные расходы (в месяц), руб. (-0,312) Задолженность по налогам и сборам в бюджетную систему РФ, млн. руб. (-0,32) Сальдированный финансовый результат (по крупным и средним предприятиям), млн. руб. (0,383)	11	Фактор, характеризующий платежеспособный инвестиционный спрос
К5	Число малых предприятий по РТ, тыс. (0,473) Численность постоянного населения, тыс. чел. (0,424)	9	Фактор развития малого бизнеса
К6	Индексы потребительских цен по РТ, % (0,306) Среднедушевые денежные расходы (в месяц), руб. (0,338) Задолженность по налогам и сборам в бюджетную систему РФ, млн. руб. (-0,363) Средние цены на первичном рынке жилья (руб. за 1 м ²) (0,362)	6	Фактор налоговой нагрузки
К7	Численность постоянного населения, тыс. чел. (0,515)		Демографический фактор

Как показывают проведенные исследования, уровень инновационного развития инвестиционно-строительного комплекса зависит от целого набора показателей. При большом числе показателей характеристика выявленных между ними связей является достаточно трудной задачей. Возникает потребность в сжатии информации, то есть описании объекта меньшим числом обобщенных показателей.

Проведенные исследования позволили выявить и количественно оценить группы факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на инновационное развитие инвестиционно-строительного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Файзуллин И.Э., Клещева О.А. Инновационный подход в моделировании влияния макроэкономической ситуации на процессы инвестирования в жилищном строительстве. // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика, 2010, № 5 (40). – С. 387-391.
2. Эсбенсен К. Анализ многомерных данных. Избранные главы. – Казань: КГАСУ, 2008. – 160 с.
3. Загидуллина Г.М., Файзуллин И.Э., Файзуллина Л.И., Клещева О.А., Сиразетдинов Р.М. Проблемы инвестирования в жилищное строительство: монография. – Казань: КГАСУ, 2010 – 230 с.

REFERENCES

1. Fajzullin I.E., Kleshcheva O.A. The innovative approach in modeling of influence of a macroeconomic situation on investment processes in housing construction. // Vestnik Ingekona. A series: Economy, 2010, № 5 (40). – P. 387-391.
2. Esbensen K. Multidimensional data analysis. The selected heads. – Kazan: KGASU, 2008. – 160 p.
3. Zagidullina G.M., Fajzullin I.E., Fajzullina L.I., Kleshcheva O.A., Sirazetdinov R.M. Problems of investment in housing construction: the monography. – Kazan: KGASU, 2010. – 230 p.