


**На правах рукописи**



**МИНГАЗОВА Лиана Мансуровна**

**МОДЕЛИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЖИЛОЙ  
НЕДВИЖИМОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКАХ**

**Специальность:**

**08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук**

**Уфа – 2014**

Работа выполнена на кафедре «Управление в социальных и экономических системах» ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ).

Научный руководитель      доктор экономических наук, профессор  
**Гайнанов Дамир Ахнафович**

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор  
**Рафикова Нурия Тимергалеевна**  
Башкирский государственный аграрный университет  
профессор

кандидат экономических наук, доцент  
**Азнабаев Артур Мидхатович**  
Башкирский государственный университет  
доцент

Ведущая организация      Центральный экономико-математический институт  
РАН

Защита диссертации состоится 7 октября 2014 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д-212.288.09 на базе ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» по адресу: 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» и на сайте <http://www.ugatu.ac.ru/>.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор экономических наук, профессор



М. К. Аристархова

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Повышение результативности государственного управления на рынке недвижимости зависит от адекватных оценок, отражающих его текущее и прогнозное состояние. На стоимость объектов недвижимости влияет множество факторов, различающихся на различных уровнях оценочной деятельности: например, уровень непосредственного окружения включает характеристики конкретного объекта недвижимости, региональный уровень включает факторы непосредственно не связанные с объектом недвижимости, но оказывающих, хотя и косвенное, но достаточно сильное влияние на состояние и развитие рынка недвижимости.

Особую значимость приобретает оценка недвижимости на региональном уровне, так как рынок недвижимости по своей сути носит региональный характер и представляет собой важную сферу территориального управления. Сюда относятся разработка и реализация стратегических решений по развитию рынка недвижимости через жилищные программы, развитие строительной индустрии, включение объектов недвижимости в хозяйственный оборот через институт ипотеки, инвестиции в недвижимость и др.

Реализация со стороны государства и региональных властей конкретных мероприятий в рамках перечисленных направлений позволит эффективно управлять рынком жилья в регионах. Однако нередко конкретные мероприятия в силу отсутствия хорошо настроенного аналитического аппарата не учитывает особенности развития и специфику регионов, что снижает эффективность позитивных рыночных процессов. Тем не менее, за государством сохраняется определяющая роль в процессах планирования, функционирования и развития рынка жилья в силу его высокой социальной и экономической значимости.

Ключевой задачей при исследовании жилищного рынка является оценка и прогнозирование ценовой ситуации, которая характеризуется средними ценами на первичном и вторичном рынках. В целом по России средние цены на жилищном рынке устанавливаются исходя из уровня средних цен в регионах, и используются для определения и прогнозирования рыночной стоимости жилья, которая необходима при разработке государственной социальной политики (определении выплат различного вида, выделении бюджетных средств на возведение социального жилья и т. п.); проведении межрегиональных сопоставлений, что позволяет устранить дисбаланс в развитии регионов; выработке субъектами рынка недвижимости эффективных механизмов для принятия стратегических решений по развитию и совершенствованию жилищного рынка; оценке налоговых поступлений в местные и федеральный бюджеты и др.

При этом для повышения эффективности процессов регулирования необходимо наличие оценочных моделей для проведения необходимых исследований рынка жилой недвижимости. Однако, моделирование стоимостной оценки на региональных рынках жилой недвижимости являются предметом исследования небольшого числа специалистов.

Все вышеизложенное подтверждает актуальность выбранной темы исследования.

### **Степень научной разработанности проблемы.**

Теоретические аспекты функционирования рынка жилья, формирования характеризующих его факторов, состав, структура и тенденции развития, проблемы регулирования и управления освещены в работах таких авторов, как А.Н. Асаул, С.Н. Максимов, И.Т. Балабанов, В.А. Горемыкин, С.В. Гриненко, Е.И. Тарасевич, Д.Л. Волков, Дж. Гэлбрейт, Дж. Фридман, Г.С. Харрисон, Н. Ордуэй, Р.Н. Холт, и др.

Методологические основы статистического анализа и эконометрического моделирования экономических процессов, в том числе и процессов на рынке недвижимости, освещены в трудах С.А. Айвазяна, С.Р. Хачатряна, В.С. Мхитаряна, Е.Ю. Фармана, Т.А. Дуброва, Дж. Джонсона, П. Ванга, С.В. Грибовского и др. Вопросам эконометрического панельного анализа посвящены работы В.С. Мхитаряна, Т.А. Ратниковой, Е.А. Гафаровой и др.

Научно-методические вопросы оценки стоимости объектов недвижимых и методы их практического использования рассмотрены в трудах А.Г. Грязновой, Г.И. Микерина, В.Г. Гребенникова, Е.И. Неймана, И.А. Рахмана, М.А. Федотовой, С. Сейса, Дж. Смита, Р. Купера, П. Венмор-Роуланд и других исследователей.

Региональные аспекты моделирования и прогнозирования на агрегированном рынке жилья или для конкретных территорий, освещены в работах Г.М. Стерника, А.Н. Краснопольской, Н.А. Ярушкиной, И.В. Митрошковой, Е.Б. Денисенко, А.С. Ореховой, Н. К. Борисенка, К.Н. Золотухиной, Т.С. Заводовой, О.А. Мамаевой и др.

Несмотря на большое количество ученых, занимающихся проблемами развития рынка жилой недвижимости, исследования, посвященные оценке жилья на региональных рынках на основе экономико-математического моделирования, проводятся для решения отдельных аспектов изучаемой проблемы. Вместе с тем добиться качественного моделирования стоимостной оценки первичного и вторичного жилья на региональных рынках можно только в случае учета как общих факторов, влияющих на развитие рынка недвижимости, так и индивидуальных особенностей регионов.

Высокая социально-экономическая значимость стоимостной оценки, анализа и управления развитием жилой недвижимости на региональных рынках предопределили выбор объекта и предмета, обусловили цель и задачи диссертационного исследования.

**Целью диссертационной работы** является разработка математических моделей и инструментальных средств оценки и прогнозирования процессов ценообразования первичного и вторичного жилья на региональных рынках.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить ряд **задач**:

1. Разработать структурно-логическую модель оценки и прогнозирования ценовой ситуации на первичном и вторичном рынках жилья в регионах на основе комплексного использования инструментария статистических методов обработки данных, позволяющих строить специфические для каждого региона модели.

2. Разработать инструментарий выделения значимых показателей в панельной структуре данных, характеризующих процессы ценообразования на региональных рынках жилой недвижимости.

3. Построить и исследовать модели стоимостной оценки 1 кв. метра первичной и вторичной недвижимости на региональных рынках, учитывающие индивидуальные различия каждого региона, динамическую зависимость и взаимное влияние первичного и вторичного рынков.

4. Разработать систему информационной поддержки расчета прогнозных значений стоимости жилья первичного и вторичного пользования для различных регионов и оценить эффективность результатов исследования на реальных данных.

**Область исследования.** Диссертационная работа соответствует пунктам 1.4 «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений», 2.3 «Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях», Паспорта специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки).

**Объектом исследования** выступают региональные рынки жилой недвижимости первичного и вторичного пользования.

**Предмет исследования** составляют процессы ценообразования на региональных рынках жилой недвижимости с учетом взаимного влияния первичного и вторичного рынков.

**Теория и методология исследования** базируется на трудах отечественных и зарубежных ученых, посвященных вопросам стоимостной оценки жилой недвижимости, статистического анализа и эконометрического моделирования экономических систем.

**Эмпирическую базу исследования** составляют статистические данные 33 регионов Российской Федерации.

**Информационная база исследования** базируется на материалах Федеральной службы государственной статистики за период с 2001 по 2011 годы.

**Нормативно-правовая база исследования** представлена нормативно-правовыми актами Российской Федерации, экономическими обзорами, плановыми документами, программами и концепциями регионального развития, а также материалами научно-практических конференций, периодической печати по вопросам управления и прогнозирования ситуации на рынках недвижимости.

**Методы исследования** включают методы кластерного анализа и панельного анализа, системы рекурсивных регрессионных моделей, модели с распределенными лагами. Для обработки данных, построения моделей и прогнозов использовались компьютерные технологии обработки и хранения информации *Eviews 6, MS Office Excel, Statistica 6.0.* а также программный продукт, разработанный в рамках проводимого исследования на языке программирования *C Sharp(C#).*

**Научная новизна** диссертационного исследования включает следующие аспекты:

1. Предложена структурно-логическая модель оценки и прогнозирования ценовой ситуации на первичном и вторичном рынках жилья в регионах, отличающаяся от существующих комплексным использованием инструментария статистиче-

ской обработки данных, включая модели с распределенным лагом, эконометрические инструменты панельного анализа, инструментарий выделения наиболее значимых признаков и системы рекурсивных уравнений (п. 1.4 паспорта специальности 08.00.13 ВАК РФ).

2. Разработан инструментарий выделения значимых показателей в панельной структуре данных, новизна которого состоит в сочетании таксономического показателя развития, позволяющего представить в обобщенной форме динамику изменений каждого из набора исследуемых показателей во временном разрезе, и кластеризации, позволяющей выбрать представителей каждого кластера, несущих в себе обобщенные свойства выделенных групп показателей, характеризующих процессы ценообразования (п. 1.4 паспорта специальности 08.00.13 ВАК РФ).

3. Построены модели стоимостной оценки 1 кв. метра первичной и вторичной недвижимости на региональных рынках, отличающиеся от существующих, тем, что: (п. 1.4 паспорта специальности 08.00.13 ВАК РФ)

- включают панельные эффекты как по регионам РФ, так и по времени, что позволяет оценить влияние государственных мероприятий и программ, направленных на стимулирование развития рынка недвижимости, учитывать индивидуальную для каждого региона РФ ненаблюдаемую информацию, влияющую на формирование цены.

- представлены в виде системы рекурсивных регрессионных уравнений, что позволяет учитывать взаимное влияние стоимости жилой недвижимости на первичном и вторичном рынках жилья;

- учитывают лаговые переменные, что позволяет определить долгосрочный отклик индекса стоимости квадратного метра жилья на изменение факторов в текущий период;

- имеют мультипликативную форму записи, в которой факторная нагрузка на результат учитывается в виде степени, что позволяет учесть закономерность убывающей эффективности.

4. Разработана система информационной поддержки расчета прогнозных значений стоимости первичного и вторичного жилья для различных регионов, отличающаяся от существующих тем, что она представлена в виде программного инструментария, включающего построенные в диссертации модели, расчет по которым может производиться с использованием как планируемых значений переменных модели, так и прогнозных значений, полученных встроенными средствами разработанного программного продукта. Это позволит автоматизировать изучение ценовой ситуации на региональных рынках недвижимости и повысить эффективность принимаемых решений (п. 2.3 паспорта специальности 08.00.13 ВАК РФ).

**Теоретическая значимость** научных результатов заключается в том, что основные выводы и положения диссертации дополняют теоретико-методологические аспекты стоимостной оценки жилой недвижимости в разрезе региональных рынков.

**Практическая значимость** исследования состоит в том, что разработанные эконометрические модели и программный комплекс могут быть использованы научно-исследовательскими организациями, федеральными и региональными органами государственной власти при разработке и оценке комплекса мер, направленных

ных на развитие рынка недвижимости, а также, компаниями, занимающимися оценочной деятельностью объектов недвижимости.

**Степень достоверности результатов исследования.** Достоверность содержащихся в диссертации положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием достоверной исходной информации из официальных источников, обоснованного научного инструментария, корректной обработкой и интерпретацией результатов исследования. Достоверность полученных результатов основана на применении общепризнанных результатов теоретических исследований ученых в области статистического анализа и эконометрического моделирования. Достоверность результатов эконометрического анализа достигается использованием методов селекции альтернативных моделей, проведением процедуры спецификации панельных эффектов в модели и тщательным анализом адекватности построенных моделей реальным процессам.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения и результаты исследования были представлены, докладывались и обсуждались на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России» (Уфа, 2013 г.), VII Всероссийской научно-практической internet-конференции «Проблемы функционирования и развития территориальных социально-экономических систем» (Уфа, 2013 г.), II Международной научно-практической конференции «Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований» (Новосибирск, 2012 г.), XVII Международной научно-практической конференции «Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд» (Новосибирск, 2013 г.), XIV Всероссийском симпозиуме по прикладной и промышленной математике (Нижний Новгород, 2013), XXII Международной научно-практической конференции по экономике (Москва, 2014).

Основные результаты исследования доведены до практической реализации в форме программного продукта «Оценка жилой недвижимости на региональных рынках», на который получено свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2014612131. Полученные в диссертационной работе результаты приняты к использованию Агентством развития профессиональных квалификаций РБ при реализации «дорожных карт» Национальной предпринимательской инициативы по улучшению инвестиционного климата в РФ и в УГАТУ при чтении лекционного курса по дисциплинам «Разработка управленческих решений» и «Основы математического моделирования социально-экономических процессов».

**Публикации.** По теме диссертации автором опубликовано 9 научных работ общим объемом 7,82 п.л. (авторский объем 6,85 п.л.), в том числе 3 статьи общим объемом 4,04 п.л. (авторский объем 3,64 п.л.) в журналах, определенных ВАК Минобрнауки России.

**Структура работы** отражает логику, порядок исследования и решения поставленных задач. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 130 наименований. Основное содержание исследования изложено на 133 страницах, работа включает 11 таблиц, 52 рисунка. Диссертационное исследование дополняют 8 приложений.

## II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

### **1. Разработана структурно-логическая модель оценки и прогнозирования ценовой ситуации на первичном и вторичном рынках жилья в регионах.**

Для анализа сложившейся ситуации на региональном рынке жилой недвижимости предлагается использовать:

– Модели с распределенным лагом, которые в качестве лаговых переменных используют значения переменных за прошлые периоды, которые позволяют на основе расчета краткосрочных и долгосрочных мультипликаторов определить моментальный и накопленный эффект влияния какого-либо фактора (например, валового регионального продукта) на формирование текущей цены объектов недвижимости.

– Эконометрические инструменты панельного анализа данных, позволяющие за счет большего количества наблюдений (за счет одновременного учета кросс-секций и временных рядов), увеличить число степеней свободы, и как следствие, снизить неэффективность оценок, за счет специфических эффектов, имеющих место в панельных моделях, учесть ненаблюдаемые индивидуальные характеристики объектов исследования, за счет временных измерений проанализировать характеристики объектов во времени (например, учесть кризисные явления в экономике), количественно измерить эффект от принимаемых мер, связанных с регулированием исследуемого процесса.

– Систему одновременных регрессионных уравнений для учета взаимного влияния стоимость объектов жилой недвижимости первичного и вторичного.

– Математико-статистические методы обработки исходных данных снижения признакового пространства, представленного пространственно-временной структурой данных.

На основе предложенных подходов к прогнозированию стоимости  $1\text{м}^2$  на рынке жилья разработана структурно-логическая модель оценки и прогнозирования ценовой ситуации на первичном и вторичном рынках жилья в регионах (рис. 1):

1) Сбор статистической информации, необходимой для построения прогнозной модели. Формируются критерии отбора объектов наблюдения - это численность населения городов, превышающая 350 тыс.

Факторы, определяющие прогнозную модель, представляются в виде панели. Панельные данные представляют собой совокупность наблюдений за однотипными объектами, прослеженные в определенные периоды времени (в диссертации - ежегодные показатели за 11 лет).

2) Первичная обработка информации. Отсекаются аномальные наблюдения, восполняются пропущенные данные. На основе анализа графического представления панельных данных делаются априорные предположения о спецификации панельной модели, о выборе аналитической формы связи переменных в уравнениях модели. Осуществляется отбор наиболее значимых показателей, влияющих на процесс ценообразования, с использованием инструментов математико-статистического моделирования.

3) Построение модели. Построение рекурсивной модели основано на разделении рынка жилой недвижимости первичного и вторичного пользования.



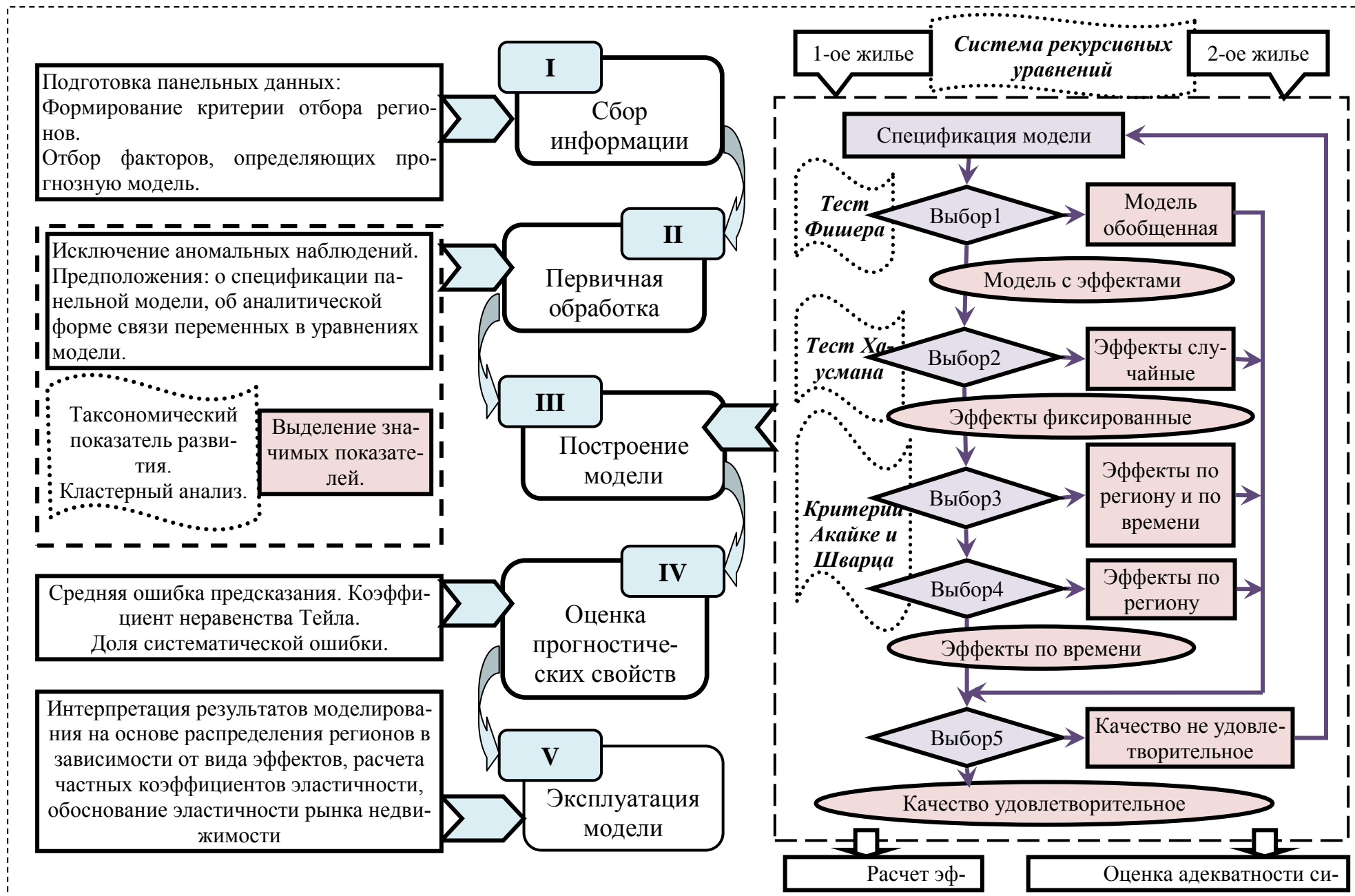


Рисунок 1 – Структурно-логическая модель оценки и прогнозирования ценовой ситуации на 1-ом и 2-ом рынках жилья

Формирование стоимости  $1\text{м}^2$  жилья на первичном рынке недвижимости во многом обусловлено не только спросом, но и издержками, связанными со строительством объектов. Цена вторичного объекта недвижимости зависит и от спроса, и от установившейся цены на объекты первичного пользования. Такого рода зависимости можно описать с помощью рекурсии, где в качестве рекурсивного фактора, определяющего цену  $\text{м}^2$  на вторичном рынке, является стоимость объекта первичного рынка недвижимости. Подэтапами спецификации модели являются выбор формы зависимости и ее линеаризация.

Процедура спецификации панельных моделей, заключается в определении наличия эффектов модели. Выбор между панельными моделями с эффектами и без них производится на основе теста Фишера. Выбор между моделями с эффектами по специфике самих эффектов – фиксированных или случайных – проводится на основе теста Хаусмана.

В случае значимости фиксированных эффектов панельной модели их внутреннюю селекцию между эффектами по периоду, эффектами по кросс-секциям и эффектами по кросс-секциям и периоду проводят на основе информационных критериев Акайке и Шварца. Отметим, что в случае значимости фиксированных панельных эффектов по периоду целесообразно пересмотреть спецификацию модели в пользу включения фиктивной переменной, отвечающей за период. Еще одним подэтапом методики является проверка качества полученной модели: проверяется качество подгонки модели под реальные данные; тестируются факторы на значимость, проверяется достоверность (несмещенность, состоятельность и эффективность) оценок параметров модели. В случае нарушения какого-либо требования, предъявляемого к качеству модели, пересматривается либо спецификация модели, либо применяется другой метод оценки параметров (например, вместо панельного метода наименьших квадратов применяется метод инструментальных переменных).

Далее производится формирование прогнозных моделей для каждого региона с учетом рассчитанных панельных эффектов модели.

4) Оценка прогностических свойств моделей. Для этого анализируют среднюю ошибку предсказания, коэффициент неравенства Тейла, долю систематической ошибки. Если прогностические свойства модели признаются удовлетворяющими заданным критериям, то переходят к следующему этапу методики.

5) Эксплуатация модели. Здесь интерпретируются и визуализируются результаты полученных прогнозных оценок стоимости квадратного метра жилья первичного и вторичного пользования.

## **2. Разработан инструментарий выделения значимых показателей в панельной структуре данных, характеризующих процессы ценообразования на региональных рынках жилой недвижимости.**

В результате проведенных теоретических исследований в работе отобрано 13 показателей, влияющих на процесс ценообразования на рынках жилой недвижимости. Они характеризуют общеэкономические, микроэкономические и социальные условия развития рынка недвижимости в регионах. Отобранный спектр показателей приведен на рис. 2.

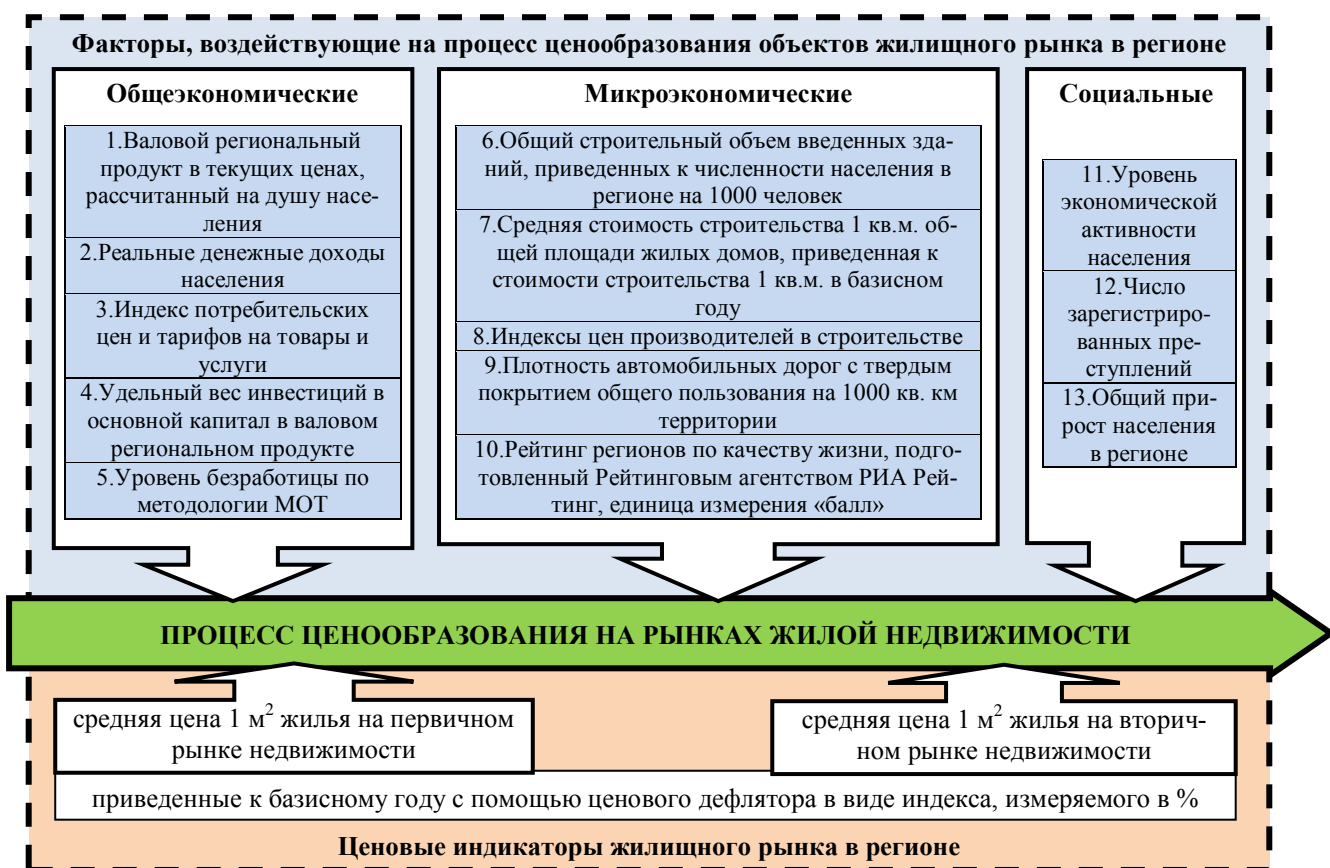


Рисунок 2 – Совокупность показателей для формирования стоимостной оценки на рынках жилой недвижимости в регионах.

Для исследования методом простой случайной выборки отобраны наиболее крупные города Российской Федерации, численность населения которых превосходит 350 тысяч человек. Исходя из формулы предельной ошибки, необходимый объем выборки составил  $n = 2,02^2 \sigma^2 / \Delta_x^2 = 31,6$ . Таким образом, были выделены 33 региона РФ, к которым относились выбранные ранее города. Соответствие полученной выборки генеральной совокупности проводили на основе метода группировки, в основании которой положен атрибутивный признак принадлежности городов к Федеральным округам РФ. Рассматривались ежегодные показатели с 2001 по 2011 года. Все абсолютные показатели были переведены в относительные показатели, а данные в денежных единицах приведены к базовому периоду с помощью цепных индексов потребительских цен по соответствующим регионам РФ. Равномерность распределения регионов по показателю ВРП оценена через показатель концентрации Джини, который не превысил 30 % для каждого субъекта РФ.

Панель регионов построена путем объединения вместе временных рядов, включая 11 временных периодов и 33 кросс-секции. Визуальный анализ всех панельных переменных позволил сделать предположение о наличии общих стабильных тенденций развития, выраженных, как правило, в виде S-образной кривой, или в линейной форме, имеющих примерно одинаковый угол наклона и различные ординаты точек начала отсчёта. Данные выводы позволили выдвинуть гипотезу о наличии фиксированных эффектов, характерных для каждого региона, в обобщённой панельной модели рынков первичной и вторичной недвижимости.

Для выявления значимых факторов, формирующих стоимость объектов недвижимости, проведены:

1) Расчет интегральных показателей  $PD = \|pd_{ij}\|$ , описывающих в обобщенной форме динамику изменений каждого из набора исследуемых признаков  $j = \overline{1,13}$  на множестве регионов  $i = \overline{1,33}$ . Исходными данными для расчета интегральных показателей  $PD$  послужили матрицы наблюдаемых исходных данных  $MID_i = \|mid_{ij}^t\|$ , где  $i = \overline{1,33}$ ,  $j = \overline{1,13}$ ,  $t = \overline{1,11}$ .

Наблюдаемые данные, описывая разные свойства объектов, разнородны с позиций статистического исследования и имеют разные единицы измерения, поэтому необходимо провести их стандартизацию, которая осуществляется в соответствии с формулами

$$sm_{ij}^t = \frac{mid_{ij}^t - \overline{mid}_i^t}{sd_i^t}, \quad \text{где} \quad \overline{mid}_i^t = \frac{1}{11} \sum_{t=1}^{11} mid_{ij}^t, \quad sd_i^t = \sqrt{\frac{1}{11} \sum_{t=1}^{11} (mid_{ij}^t - \overline{mid}_i^t)^2}.$$

Построение искусственной точки  $t_0$ , для которой фиксируются наилучшие значения каждого показателя для каждого региона  $sm_{ij}^0 = \max_i(sm_{ij}^t)$  или  $\min_i(sm_{ij}^t)$ ,  $i = \overline{1,33}$ ,  $j = \overline{1,13}$  в зависимости от направления влияния на ценовые показатели рынка жилья.

Интегральные показатели  $pd_{ij}$  определяются по следующим формулам:

$$pd_{ij} = 1 - \frac{c_{ij}^0}{c_i^0}, \quad \text{где} \quad c_{ij}^0 = \sqrt{\sum_{t=1}^{11} (sm_{ij}^t - sm_{ij}^0)^2}, \quad i = \overline{1,33}, j = \overline{1,13},$$

$$c_i^0 = \overline{c}_i^0 + 2S_i^0, \quad \overline{c}_i^0 = \frac{1}{13} \sum_{j=1}^{13} c_{ij}^0, \quad S_i^0 = \sqrt{\frac{1}{13} \sum_{j=1}^{13} (c_{ij}^0 - \overline{c}_i^0)^2}.$$

2) Кластерный анализ значений признаков из множества  $PD$  для снижения признакового пространства и выявления значимых признаков проведен методом  $K$ -средних с использованием инструментального средства *Statistica 6.0*. В результате кластерного анализа показатели объединились в два класса. Результаты кластерного анализа представлены в таблице 1.

Первый кластер определяет факторы макроуровня по отношению к рынку недвижимости, в разной степени, характеризующие экономическое и социальное развитие региона. В качестве характеристики такого кластера выбран валовой региональный продукт на душу населения (ВРП). Ко второму кластеру относятся факторы микроуровня по отношению к рынку недвижимости, описывающие внутренние механизмы ценообразования объектов недвижимости и определяющие в целом себестоимость строительства жилья в рассматриваемых регионах. В качестве характеристики такого кластера выбран индекс стоимости строительства 1 квадратного метра жилья. Выбор в пользу этих факторов в каждом кластере статистически обоснован наибольшей близостью к центру кластера (на основе евклидовых расстояний до центра), то есть данные показатели, в среднем характеризуют кластер, к которому относятся.

Таблица 1- Элементы кластеров и расстояния до центров класса  
Кластер №1.

№ показателя (рис. 2)	3	4	6	7	9	10	11
Расстояние до центра класса	0,094128	0,060518	0,050750	0,046857	0,122938	0,082300	0,089003

Кластер №2.

№ показателя (рис. 2)	1	2	5	8	12	13
Расстояние до центра класса	0,056030	0,165020	0,121738	0,093756	0,103280	0,115436

### 3. Построены и исследованы модели стоимостной оценки 1 кв. метра первичной и вторичной недвижимости на региональных рынках, учитывающие индивидуальные различия каждого региона, лаговую зависимость и взаимное влияние первичного и вторичного рынков.

Модели, наилучшим образом описывающие положение на региональном рынке недвижимости с учетом взаимосвязи первичного и вторичной жилья, получены в результате тщательной селекции моделей, включая как частные однофакторные модели панельной регрессии, так и многофакторные обобщающие панельные модели. Общее количество построенных для селекции моделей равно 26. Основные критерии селекции: минимум информационных критериев Акайке (AC), Шварца (SC) и Ханна-Квина (HQ).

Механизмы взаимного влияния стоимости (под стоимостью понимается индекс цены на объекты жилья для каждого региона в различные моменты времени) 1 м<sup>2</sup> жилья первичного и вторичного рынка недвижимости представлены с помощью системы рекурсивных уравнений. Причем влияние вторичного рынка на первичный происходит с запаздыванием на один временной период (около года), это связано, во-первых, с тем, что строительство объекта недвижимости в среднем идет в течение этого года, а во-вторых, обусловлено спросом на объекты недвижимости. Влияние на стоимость 1 м<sup>2</sup> жилья первичного пользования  $PERV$  лаговой переменной цены жилья на вторичном рынке лишь с одним лагом запаздывания  $VTOR_{t-1}$  подтверждено тестом Стьюдента: значимое влияние при 95%-ом уровне доверия имеет только переменная с первым лагом запаздывания ( $t_{расч}^{(t-1)}=2,98$ ), второй и последующие лаги запаздывания оказались незначимыми (соответствующий  $p$ -уровень превысил 0,05).

$$\begin{cases} PERV_{it} = VRP_{it}^{\alpha_1} \cdot IndStroit_{it}^{\alpha_2} \cdot e^{\alpha_3} \cdot VTOR_{it-1}^{\alpha_4} \\ VTOR_{it} = PERV_{it}^{\beta_1} \cdot VRP_{it}^{\beta_2} \cdot e^{\beta_3} \end{cases}, \quad (1)$$

где  $PERV_{it}$  – индекс стоимости 1 м<sup>2</sup> жилья на рынке недвижимости первичного пользования (%);  $VTOR_{it}$  – индекс стоимости 1 м<sup>2</sup> жилья на рынке недвижимости вторичного пользования в текущий период времени  $t$  (%);  $VTOR_{it-1}$  – индекс стоимости строительства 1 м<sup>2</sup> жилья на рынке недвижимости вторичного пользования в предыдущий период  $t-1$  (%);  $VRP_{it}$  – значение валового регионального продукта на душу населения;  $IndStroit_{it}$  – индекс стоимости строительства 1 м<sup>2</sup> жилья на рынке недвижимости;  $i$  – номер кросс -секции (региона) ( $i = 1, \dots, 33$ ),  $t$  – момент времени ( $t=1, \dots, 11$ ) – ежегодно за 11 лет,  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  – коэффициенты, подлежащие оценке.

Так как в системе уравнений используются панельные переменные, являющиеся временными рядами, прослеженными для каждой из кросс-секций, то для построения между такими переменными регрессии необходимо убедиться в их одинаковом порядке интеграции. Для этого для всех переменных проведен панельный аналог теста на наличие единичных корней, подтвердивший, что порядок интеграции всех переменных равен 1.

Система (1) является системой нелинейных регрессионных уравнений, поэтому для оценки неизвестных параметров проведена процедура линеаризации посредством логарифмирования системы и замены переменных:  $\tilde{Perv} = \ln(Perv)$ ,  $\tilde{Vtor}_t = \ln(Vtor_t)$ ,  $\tilde{VRP} = \ln(VRP)$ ,  $\tilde{IndStroit} = \ln(IndStroit)$ ,  $\tilde{Vtor}_{t-1} = \ln(Vtor_{t-1})$ .

Несмотря на то, что (1) является системой рекурсивных уравнений, проводить оценку модели методом наименьших квадратов нельзя, так как во втором уравнении системы переменная  $VTOR$  определяется через переменную  $PERV$ , которая в свою очередь в первом уравнении (1) определяется через лаговую переменную  $VTOR_{t-1}$ . Следовательно, в уравнениях (1) заведомо будет автокорреляция в остатках, которая также подтверждена панельным аналогом соответствующего теста. Кроме того к получению неэффективных оценок может привести наличие в уравнениях системы (1) мультиколлинеарности, подтвержденной критерием Ферара-Глобера, стандартно применяемом в этом случае.

Для получения эффективных оценок в условиях имеющейся мультиколлинеарности и автокорреляции в остатках применен панельный метод инструментальных переменных с лаговой панельной переменной валового регионального продукта  $Z = \ln(VRP_{i,t-1})$  в качестве инструмента (подбор переменной осуществлен согласно традиционной процедуре Эббса).

Спецификация панельных моделей проведена на основе стандартных тестов Фишера и Хаусмана (7 моделей спецификации). Рассмотрены модели с фиксированными и случайными эффектами, как по кросс-секциям, так и по периодам.

- 1) Обобщенная регрессия (без эффектов).
- 2) Модель с эффектами по кросс-секциям (случайными и фиксированными).
- 3) Модель с эффектами по периодам (случайными и фиксированными).
- 4) Модель с эффектами по периодам и по кросс-секциям (случайными и фиксированными).

Результатом спецификации стало наличие кросс-секционных фиксированных эффектов для первого уравнения системы и наличие фиксированных эффектов как по времени, так и по кросс-секциям для второго уравнения системы.

На последнем этапе оценки модели проведено потенцирование уравнений. В результате получена модель:

$$\begin{cases} PERV_{it} = VRP_{it}^{0,71} \cdot IndStroit_{it}^{0,24} \cdot e^{(-3,67 + Effect_i)} \cdot VTOR_{it-1}^{0,04} \\ VTOR_{it} = PERV_{it}^{0,54} \cdot VRP_{it}^{0,44} \cdot e^{(-2,32 + Effect_i + Effect_t)} \end{cases}, \quad (2)$$

где  $Effect_i$  – значение фиксированных индивидуальных эффектов по кросс-секциям;  $Effect_t$  – значение фиксированных эффектов по времени,  $i = 1, \dots, 33$  – номер кросс-секции (региона),  $t = 1, \dots, 11$  – номер момента времени.

Формулы для расчета фиксированных эффектов по кросс-секциям для первого уравнения системы (2):

$$Effect_i = \ln(\overline{PERV}_i) - 0,71 \cdot \ln(\overline{VRP}_i) - 0,24 \cdot \ln(\overline{IndStroit}_i) - 0,04 \cdot \ln(\overline{VTOR}_{i-1}) + 3,67, \quad (3)$$

где  $\overline{PERV}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T PERV_{it}$ ,  $\overline{VRP}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T VRP_{it}$ ,  $\overline{IndStroit}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T IndStroit_{it}$ ,  
 $\overline{VTOR}_{i-1} = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^{T-1} VTOR_{it}$ ,  $T=11$ ,  $i = 1, 33$ .

Формулы для расчета фиксированных эффектов по кросс-секциям для второго уравнения системы (2):

$$Effect_i = \ln(\overline{VTOR}_i) - 0,54 \cdot \ln(\overline{PERV}_i) - 0,44 \cdot \ln(\overline{VRP}_i) + 2,32, \quad (4)$$

где  $\overline{PERV}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T PERV_{it}$ ,  $\overline{VRP}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T VRP_{it}$ ,  $\overline{VTOR}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T VTOR_{it}$ ,  $T=11$ ,  $i = 1, 33$ .

Формулы для расчета фиксированных эффектов по периодам для второго уравнения системы (2):

$$Effect_t = \ln(\overline{VTOR}_t) - 0,54 \cdot \ln(\overline{PERV}_t) - 0,44 \cdot \ln(\overline{VRP}_t) + 2,32, \quad (5)$$

где  $\overline{PERV}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PERV_{it}$ ,  $\overline{VRP}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n VRP_{it}$ ,  $\overline{VTOR}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n VTOR_{it}$ ,  $n=33$ ,  $t = 1, 11$ .

Проверка адекватности найденной модели:

– О высоком качестве соответствия модели реальным данным свидетельствует близость к единице скорректированных коэффициентов детерминации: для первого уравнения (2)  $R_{adj}^{12} = 0,93$ , для второго уравнения (3)  $R_{adj}^{22} = 0,98$ . Средняя ошибка аппроксимации для обоих уравнений системы не превышает 10 % ( $A=5,3\%$  для первого уравнения и  $A=3,8\%$  для второго уравнения).

– Проверка гипотез о значимости уравнений системы в целом и значимости коэффициентов. В обоих уравнениях системы все параметры регрессии значимы при уровне значимости  $\alpha = 0,05(5\%)$ : соответствующие значения  $t$ -статистик Стьюдента превышают критические значения. Статистическая значимость параметров системы уравнений (отличие от нуля), оцененные на основе теста Вальда, подтверждены альтернативные гипотезы о значимом отличии коэффициентов модели от нуля. На основании теста Саргана сделано заключение о значимости уравнений системы, рассчитанных методом инструментальных переменных, в целом: для первого уравнения  $J_{факт} = 143,39 > \chi^2_{табл} = 7,81$  (при 5% уровне значимости и степени свободы  $df=3$ , что является разницей между количеством оцениваемых параметров и числом инструментальных переменных); для второго уравнения  $J_{факт} = 350,94 > \chi^2_{табл} = 5,99$  (для степени свободы  $df=2$ ), то есть гипотеза о равенстве нулю всех коэффициентов при всех регрессорах была отклонена на заданном уровне значимости.

– Эффективность оценок подтверждена отсутствием автокорреляции в остатках, доказанной тестом Броша-Годфри, традиционно применяемом для проверки условия в случае наличия в уравнениях лаговых переменных. Соответствие распределения остатков нормальному закону, и как следствие состоятельность полученных оценок, проверяли на основе анализа гистограмм и с помощью теста Бера-Жарка ( $JB=0,43$  для первого уравнения,  $JB = 0,21$  для второго уравнения системы),

свидетельствующие о близости к нормальному распределению остаточных компонент обоих уравнений системы (2). Несмещенность оценок подтверждена близостью к нулю среднего значения остатков обоих уравнений.

Как видно из графиков (рис. 3) результатов моделирования реальные и рассчитанные значения индекса цены м<sup>2</sup> первичного и вторичного жилья для каждого региона практически совпадают, остатки осциллируют около нуля с размахом ± 0,2.

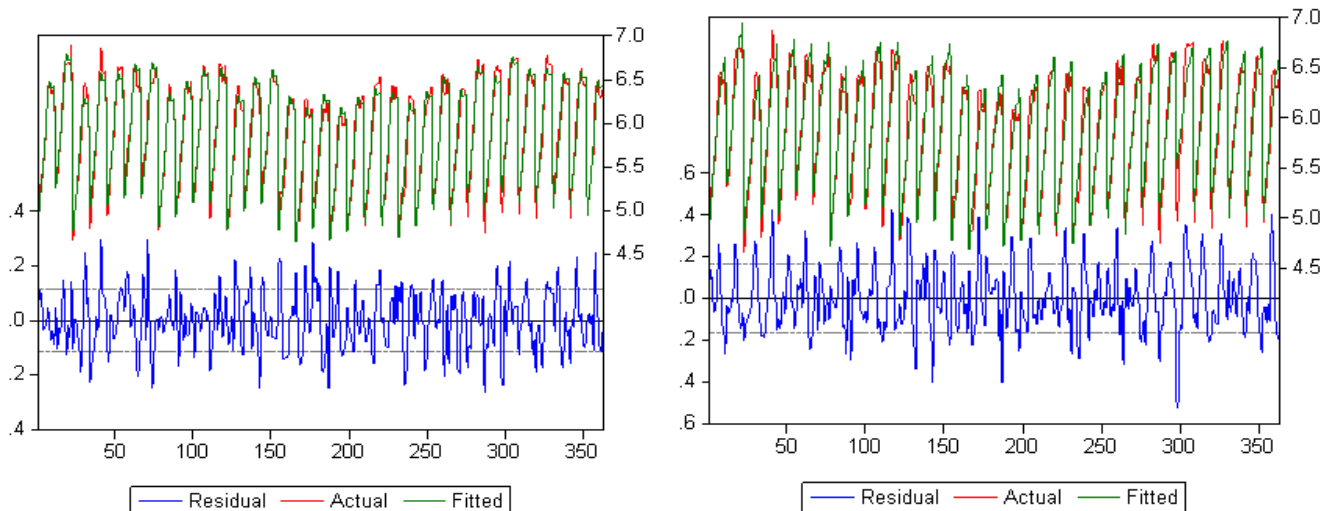


Рисунок 3 - Графики фактических значений (Actual), расчетных значений (Fitted) и остатков (Residual) для модели оценки стоимости объектов первичного и вторичного пользования соответственно.

Интерпретация результатов моделирования проведена на основе расчета частных коэффициентов эластичности  $E_i = \partial f / \partial x_i * \bar{x}_i / \bar{y}$ . На основании 1-го уравнения (2) можно сделать вывод, что при увеличении ВРП на 100%, цена на объекты первичной недвижимости увеличится на 71%. Коэффициент эластичности индекса строительства показывает, что при 100%-ом увеличении индекса строительства 1м<sup>2</sup> жилья, цена на объекты недвижимости увеличится на 24%. Влияние вторичного рынка жилья в прошлом (в период  $t-1$ ) на стоимость объектов первичного пользования составляет 4%. Константа в модели является существенной и описывает вклад других неучтенных факторов. В целом рынок первичного жилья по РФ эластичный: сумма частных коэффициентов эластичности  $E_{(1)} = 0,71 + 0,24 + 0,04 = 0,99$  близка к 1. В модели присутствуют фиксированные индивидуальные эффекты по кросс-секциям  $Effect_i$ , определяемые по (3).

При увеличении цены 1м<sup>2</sup> жилья на первичном рынке недвижимости на 100%, цена на объекты вторичной недвижимости увеличится на 54,4%. Коэффициент эластичности ВРП показывает, что при 100%-ом увеличении значения ВРП, цена на объекты вторичной недвижимости увеличится на 44%. Константа в модели является существенной и описывает вклад других неучтенных факторов. Рынок вторичного жилья эластичный: общая эластичность  $E_{(2)} = 0,544 + 0,44 + 0,04 = 0,984$  близка к 1. В модели присутствуют фиксированные индивидуальные эффекты по кросс – секциям и по времени –  $Effect_i, Effect_t$  соответственно определяемые по (4) и (5).

Самым весомым фактором во всех регионах, стимулирующим развитие рынка 1-ой недвижимости является ВРП на душу населения. Его влияние составляет порядка 70%. Это оправдано тем, что, он является основным индикатором социально-экономического развития регионов, служащего основной базой их сравнения. Для 2-



го рынка влияние этого показателя в чистом виде составляет 44%, то есть ниже, чем для первичного рынка, так как данный рынок во многом регулируется спросом, а не издержками связанными с затратами на строительство. Опосредованно влияет ВРП на рынок 2-го жилья через цены на объекты первичного пользования, воздействие которого составляет порядка 54%. Динамика стоимости объекта 1-го пользования лишь на 25% зависит от себестоимости строительства в каждом регионе РФ. Таким образом, гипотеза о том, что наибольшее влияние на первичный рынок оказывает развитие региона. Причем спрос на объекты первичной недвижимости стимулирует развитие вторичного рынка жилья, хотя, и наоборот, имеется также небольшое (4%) предикторное влияние цены объектов 2-го пользования на цену 1-го объекта.

Получены уравнения, дающие общие коэффициенты эластичности по цене спроса близкие к единице. Динамика цены здесь обусловлена спросом, так как учитывалась конечная цена сделок на первичные и вторичные объекты жилья. Таким образом, рынок первичной и вторичной недвижимости чуть-чуть не «дотягивают» до эластичности. Исследования рынка недвижимости в России, проведенные в 2000 г., определяли его как неэластичный в коротком периоде. Однако проведенные в данном исследовании расчеты не подтвердили сделанные ранее заключения. Рассматривались ежегодные данные, и, следовательно, сделанные выводы относятся к среднесрочным периодам; существуют исследования подтверждающие предположения об эластичности рынка недвижимости по доходу (в моделях в качестве дохода на макроуровне выступает ВРП); незначительная неэластичность все-таки регистрируется; эластичность по первичному рынку, полученная исходя из оценок начала XXI века, говорит об устойчивом его развитии, связанным с применением новых высокотехнологических технологий строительства, сокращающих время постройки объектов; в то же время эластичность по вторичному рынку, нехарактерная для развитых стран, свидетельствует о продолжении развития риэлти-рынка в РФ.

Для первичного и вторичного рынков недвижимости характерно наличие свободных членов в логарифмированной модели. Если перевести их в мультипликативные значения, влияющие на изменении кривизны степенных линий уравнений системы, то получим  $e^{-2,32}=0,0982$  и  $e^{-2,32}=0,0254$ . То есть для первичного рынка характерно более «пологая» кривизна изоквант, что объясняется меньшей эластичностью по доходу первичного рынка по сравнению с вторичным рынком из-за длительного периода создания его объектов, связанных с их строительством.

Это согласуется с выводами Стерника Г.М., Грибовского С.В., Озерова Е.С. и др В первом уравнении системы (2) присутствуют фиксированные индивидуальные эффекты по кросс – секциям, так как регионы различны по плотности населения, климатическим условиям, преимуществу отраслевой принадлежности, по развитию экономики, инфраструктуры и т.д. На рис. 4 представлены частные эффекты по кросс–секциям.



Рисунок 4 - Фиксированные эффекты по кросс – секциям для первого уравнения системы (2).

Во втором уравнении системы (2) учитываются как специфичные региональные компоненты, так и временные эффекты, соответствующие индивидуальному влиянию периода (года) на развитие рынка недвижимости, которые представлены на рисунках 5 и 6 соответственно.



Рисунок 5 - Фиксированные эффекты по кросс – секциям для второго уравнения системы (23).



Рисунок 6 - Временные эффекты для второго уравнения системы (2).

Результаты, полученные из расчета эффектов, позволили, разделить регионы на группы согласно знаку эффектов для рынков недвижимости.

Так  $Effect < 0$  (мультипликативный эффект  $e^{Effect} < 1$ ) имеет место для экономически развитых регионов, для которых цены на объекты 1-ой и 2-ой жилой недвижимости выше, чем в середине цены в РФ, поэтому ждать сильного изменения цен в зависимости от изменения дохода (ВРП) не приходится. Положительные эффекты, соответствующие мультипликаторам  $> 1$ , имеют регионы, для которых характерно непостоянное, достаточно сильное изменение цен. Существуют регионы, для которых имеют место разные знаки эффектов для 1-го и 2-го рынков жилья, например: а) ожидания на 2-ом рынке для данных регионов устойчивы, а 1-ый рынок подвержен сильным колебаниям цен за квадратный метр; б) цены на 2-ом рынке недвижимости ведут себя более «резко», по сравнению с ценами 1-го рынка, из-за сильного спроса на объекты жилья вторичного пользования. Ниже перечислены различные варианты соотношения мультипликативных эффектов для регионов РФ:

Первичный рынок: $e^{Effect} < 1$ ; Вторичный рынок: $e^{Effect} < 1$	Красноярский край, Пермский край, Приморский край, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Самарская область, Свердловская область, Томская область, Тюменская область
Первичный рынок: $e^{Effect} > 1$ ; Вторичный рынок: $e^{Effect} > 1$	Алтайский край, Архангельская область, Астраханская область, Волгоградская область, Курская область, Челябинская область, Ставропольский край, Ульяновская область, Тульская область, Рязанская область, Ростовская область, Омская область, Новосибирская область
Первичный рынок: $e^{Effect} > 1$ ; Вторичный рынок: $e^{Effect} < 1$	Воронежская область, Иркутская область, Кемеровская область, Саратовская область, Удмуртская Республика, Ярославская область
Первичный рынок: $e^{Effect} < 1$ ; Вторичный рынок: $e^{Effect} > 1$	Краснодарский край, Нижегородская область, Хабаровский край, Оренбургская область

Спецификации эффектов модели подтвердила наличие фиксированных эффектов по времени только для 2-го рынка жилья, то есть, влияние социально-экономических процессов, обусловленных временем, быстрее сказывается на 2-ом

рынке жилья, как менее инертном по сравнению с 1-ым рынком. В 2001-2005 гг. логарифмы эффектов по времени  $<0$  (мультипликаторы  $e^{Effect} < 1$ ). Это объясняется тем, что волатильность цены на объекты недвижимости 2-го пользования в этот период времени была минимальной. Для 2006-2009 гг. мультипликаторы  $e^{Effect} > 1$ . Это свидетельствует о сильной изменчивости цен на 2-ом рынке в эти периоды, что может быть связано как с массовым ростом ипотечного кредитования в периоды 2006-2007 гг., так и с экономическим кризисом 2008-2009 гг. Периодам 2010 и 2011 годов соответствуют эффекты, для которых  $e^{Effect} \approx 1$ , то есть влияние временных эффектов практически не прослеживается, что свидетельствует об относительной стабилизации цены на объекты 2-ой недвижимости в эти периоды времени.

Оценка качества прогноза моделей (2)- (5) проведена с помощью стандартных критериев, адаптированных под панельное представление данных. Для уравнений системы (2) с эффектами (3)–(5), получены: минимальные значения квадратного корня средней ошибки предсказания (ККСОП), средние ошибки аппроксимации (СОА) в пределах 10%, незначительные отличия от 0 коэффициента неравенства Тейла (КНТ), определяющего хорошее качество прогноза, доли систематической ошибки (ДСО) и вариации (ДВ) не превышающие 2%, доли ковариации (ДК) близкие к единице.

Анализ прогнозов, полученных по моделям оценки стоимости жилья по каждому региону в отдельности, показал их хорошие прогностические свойства:

– Наименьшее значение ККСОП (7%), КНТ (0,04%), ДВ и ДК (1,4% и 0,6%) имеет Липецкая область, наименьшие СОА и в процентах по модулю (3,2 и 2,8%) имеет Нижегородская область, наименьшее значение ДСО (0,021%) среди всех регионов имеет Новосибирская область. Для этих регионов построенная модель наилучшим образом отражает процессы, формирующие цену на объекты недвижимости и происходящие на рынке первичного жилья. Наибольшее значение ККСОП (13%), КНТ (0,7%), ДВ и ДК (3,9% и 2,9%) имеет Краснодарский край, наибольшие СОА и в процентах по модулю (9,6% и 7,4%) имеет Хабаровский край, наибольшее значение ДСО (0,87%) среди всех регионов имеет Ульяновская область. Несмотря на это, прогностические свойства модели для данных регионов остаются удовлетворительными, так как ошибки все равно достаточно малы. Наибольшее отклонение расчетных значений от фактических были получены именно для этих регионов в силу нестабильности их экономического положения: все регионы являются в какой-то мере маргинальными среди регионов РФ. Так, например, в Краснодарском крае заметно выросла цена на объекты недвижимости из-за проводимой в 2014 году Олимпиады, Хабаровский край – приграничная с Китаем территория.

– Наименьшее значение ККСОП (9,8%), КНТ (0,4%), ДВ и ДК (1,9% и 1,1% соответственно) имеет Липецкая область, СОА и в процентах, и по модулю, наименьшее значение ДСО (4,2 , 3,3% и 0,11% соответственно) среди всех регионов имеет Омская область. Для этих регионов построенная модель наилучшим образом отражает процессы, отвечающие за формирование цены на объекты недвижимости на вторичном рынке. Наибольшее значение ККСОП (16%), КНТ (1,02%), ДВ и ДК (4,9% и 3,9% соответственно) имеет Приморский край, наибольшие СОА в процентах, и по модулю (10,4% и 8,1% соответственно) имеет Хабаровский край, наибольшее значение ДСО (0,95%) среди всех регионов имеет Краснодарский край. Несмот-

ря на это, прогностические свойства модели для данных регионов также можно признать удовлетворительными, так как ошибки достаточно малы.

Из проведенного анализа прогностических свойств модели для каждого региона можно сделать следующие выводы: прогностическая надежность стоимостной оценки на первичном рынке выше, чем на вторичном. Липецкая область имеет наименьшие ошибки предсказания изменения динамики стоимости жилья как для вторичного, так и для первичного рынка недвижимости. Таким образом, данный регион может выступать в виде некоего эталона, в том числе и за счет нулевых значений фиксированных эффектов в модели, характеризующего развитие рынка недвижимости в целом по РФ.

#### **4. Система информационной поддержки расчета прогнозных значений стоимости жилья первичного и вторичного использования в регионах.**

Основу системы информационной поддержки составляет программа «Оценка жилой недвижимости на региональных рынках» (ERPRM - evaluation of residential property on the regional markets), которая осуществляет оценку жилой недвижимости 1-го и 2-го пользования для регионов РФ на основе встроенных в систему разработанных моделей. ERPRM - это однопользовательское настольное приложение, реализованное на языке *C Sharp*, имеет возможность интеграции с табличным процессором *MS Excel* и предназначена для работы на базе компьютеров типа IBM PC под управлением MS Windows 7 и выше.

Система ERPRM, позволяющей выполнять следующие функции:

1. Формирование исходных данных.
2. Построение моделей для прогноза ВРП и ИС для каждого региона. Построение осуществляется встроенными в систему методом наименьших квадратов и методом Хольта. Полученные значения параметров сохраняются в базу данных системы.
3. Оценка параметров полученных прогнозных моделей. Оцениваются статистическая значимость уравнения регрессии в целом по F-критерию Фишера, значимость коэффициентов регрессии, выполнение предпосылок по остаткам. Значения оценок необходимы для выбора модели, для которого предусмотрены два способа: ручной – принимающим решение лицом и автоматизированный – предлагаемый системой.
4. Расчет прогнозных значений стоимости недвижимости.
5. Отображение результатов. Построение сравнительных графиков. Экспорт полученных прогнозов.

Информационная модель (рис. 7) разработана с применением пакета ERWin и включает:

– Тип сущности *Стоимость недвижимости* содержит информацию по первичной и вторичной стоимости недвижимости по регионам и годам. Отдельно выделяются сущности фактической стоимости, и сущности стоимостей, полученных в результате расчета по различным параметрам.

– Тип сущности *Параметры расчета* содержит информацию о параметрах, необходимых для расчета стоимостей недвижимости: индекс строительства

и ВРП по регионам и годам. Выделяются сущности фактические, планируемые государством, полученные в результате работы программы.

– Тип сущности *Прогнозные модели* включает информацию о моделях, по которым программно рассчитываются значения их параметров.

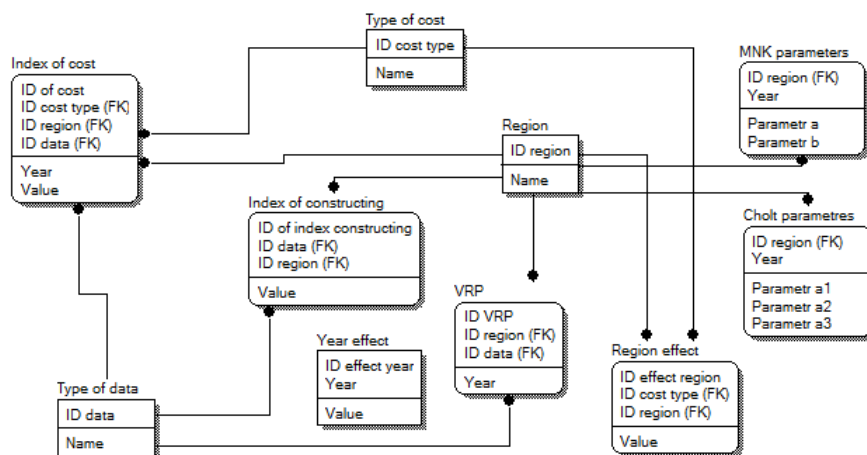


Рисунок 7 – Информационная модель системы

С использованием программы расчета прогнозных значений стоимости жилья построен прогноз на 2012 год. Графическое сравнение прогнозных и реальных статистических значений приведенной цены 1 м<sup>2</sup> жилья для рынка недвижимости первичного и вторичного пользования приведено на рисунках 9 и 10 соответственно.

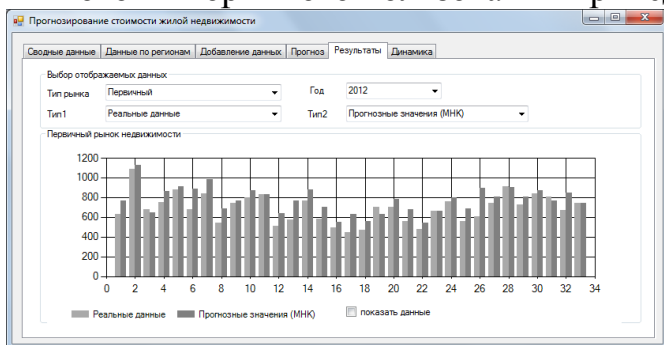


Рисунок 9 - Тестирование модели для первичного рынка недвижимости на 2012 год.

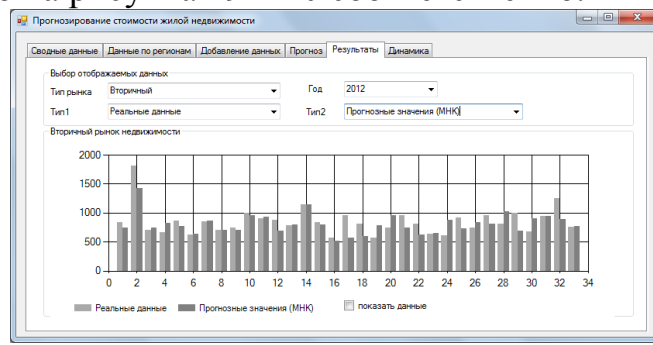


Рисунок 10 - Тестирование модели для вторичного рынка недвижимости на 2012 год.

Полученная прогнозная модель зависимости приведенной цены (индекса) 1 м<sup>2</sup> жилья первичного пользования от индекса строительства 1м<sup>2</sup> жилья и валового регионального продукта достаточно хорошо описывает реальные данные и обладает достаточно высокой прогностической ценностью. По результатам тестирования прогноза на 2012 год средняя ошибка предсказания составила 11,4% , то есть в среднем 5307 рублей для первичного рынка недвижимости, и 4,8% , то есть 2 261 рубль в среднем для вторичного рынка недвижимости.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложена структурно-логическая модель оценки и прогнозирования ценовой ситуации на первичном и вторичном рынках жилья в регионах, включающая комплекс инструментариев статистической обработки данных: модели с распределенным лагом, эконометрические инструменты панельного анализа, инструментарий выделения наиболее значимых признаков и систему рекурсивных уравнений. Предложенный подход позволяет, учитывать индивидуальную для каждого региона

РФ ненаблюдаемую информацию и оценивать влияние государственных мероприятий и программ, направленных на стимулирование развития рынка недвижимости.

2. Разработан инструментарий выделения значимых показателей в панельной структуре данных, заключающийся в сочетании динамического анализа на основе таксономического показателя развития, и пространственного анализа на основе кластеризации, позволяющий выбрать показатели, несущие в себе обобщенные свойства все совокупности показателей, характеризующих процессы ценообразования на региональных рынках жилья. Применение инструментария позволило снизить признаковое пространство на 84%, следовательно, и трудоемкость построения моделей, а также повысить интерпретируемость результатов. Разработанный инструментарий может быть использован для моделирования в различных предметных областях исследования при работе с панельными данными.

3. Получена модель, позволяющая прогнозировать изменение рынка недвижимости в конкретном регионе РФ, которая в отличие от имеющихся: во-первых, учитывает взаимное влияние на формирование индекса цены  $1\text{м}^2$  рынков первичного и вторичного жилья, за счет рекурсивных уравнений системы, во-вторых, за счет наличия индивидуальных для каждого региона фиксированных эффектов позволяет учесть индивидуальные особенности субъектов РФ, в-третьих, позволяет учесть убывающую эффективность влияния ВРП и индекса строительства на развитие рынка недвижимости, за счет степенного представления зависимостей в уравнениях. На основе полученной модели рассчитаны коэффициенты эластичности, которые позволили сделать заключение об эластичности в целом рынка недвижимости в РФ.

4. Разработана система информационной поддержки ERPRM расчета прогнозных значений стоимости жилья первичного и вторичного использования для различных регионов. В системе для получения прогноза по обобщенной модели встроена возможность задавать планируемые и рассчитывать прогнозные значения переменных модели: валового регионального продукта на душу населения и индекса стоимости строительства одного квадратного метра жилой недвижимости. Для построения прогнозных значений переменных модели используются метод наименьших квадратов и метод адаптивного сглаживания. Использование ERPRM позволит автоматизировать изучение ценовой ситуации на региональных рынках недвижимости и повысить эффективность принимаемых решений.

Определение эффективности разработанных моделей и системы информационной поддержки на реальных данных подтвердила достаточно высокую точность полученных прогнозов: для первичного рынка – 88,6%, для вторичного – 92,5%. Система может быть использована научно-исследовательскими организациями, федеральными и региональными органами государственной власти при разработке и оценке комплекса мер, направленных на развитие рынка недвижимости, а также, компаниями, занимающимися оценочной деятельностью.

## **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:**

1. Гайнанов Д.А., Мингазова Л.М. Моделирование взаимодействия первичного и вторичного рынка жилья на региональном уровне // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2013 № 59.

URL: <http://uecs.ru/instrumentalnii-metody-ekonomiki/item/2571-2013-11-29-12-23-37>  
(1,39 п.л.).

2. Мингазова Л.М., Латыпова Л.Г. Оценка развития регионального рынка недвижимости на основе панельного анализа // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2013 № 54. URL: <http://uecs.ru/instrumentalnii-metody-ekonomiki/item/2197-2013-06-18-06-14-00> (1,73 п. л.).

3. Мингазова Л.М., Латыпова Л.Г. Исследование механизмов ценообразования объектов жилья вторичного пользования на региональном рынке недвижимости // Экономика и менеджмент систем управления, №3, 2013 – С.°199 – 205 (0,92 п.л.).

**Прочие публикации:**

4. Мингазова Л.М. Модель массовой оценки жилья на региональном рынке недвижимости // Обозрение прикладной и промышленной математики. – М.: «ОПиПМ», 2013. Т. 20. В. 4. – С. 562. (0,12 п. л.)

5. Мингазова Л.М. Прогнозная модель развития региональных рынков недвижимости // Новые перспективы развития экономических наук: инновации и риски: 4 Часть XXII международная научно-практическая конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Москва 01.02.2014г. Аналитический центр «экономика и финансы», 2014. – С. 118-121. (0,46 п. л.).

6. Гайнанов Д.А., Мингазова Л.М. Методика формирования прогнозной модели развития регионального рынка недвижимости // V Всерос. науч.-практ. конференция с международным участием «Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России». [Электронный ресурс]. – Уфа, 2013. – 1 электр. опт. диск (CD-ROM) (0,58 п. л.).

7. Гайнанов Д.А., Мингазова Л.М. Модели массовой оценки недвижимости: критический обзор // VII Всерос. науч.-практ. internet-конф. «Проблемы функционирования и развития территориальных социально-экономических систем». [Электронный ресурс]. – Уфа, 2013. – 1 электр. опт. диск (CD-ROM) (0,58 п. л.).

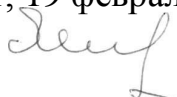
8. Мингазова Л.М., Латыпова Л.Г. Оценка влияния благосостояния населения на формирование стоимости объектов жилой недвижимости // Информационные технологии моделирования и управления: научно-технический журнал. – Воронеж: Научная книга, 2013, №3(81) – С. 223 – 231 (0,92 п. л.)

9. Мингазова Л.М. Методика оценки региональной привлекательности вложений в недвижимость // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований: Сб. материалов II-й Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2012. – С. 127 – 133 (0,58 п. л.).

10. Мингазова Л.М. Об одном подходе к моделированию стоимостной динамики рынка недвижимости // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд: Сб. материалов XVII-й Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2012. – С. 111 – 115 (0,46 п. л.)

11. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2014612131: Оценка жилой недвижимости на региональных рынках (ERPRM - evaluation of residential property on the regional markets) / Мингазова Л.М., Валиева Д.И. - М.: Роспатент, 19 февраля 2014г.

Диссертант



Л.М. Мингазова