УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

DOI 10.21672/2074-1707.2019.48.4.060-070
УДК 004.942:338.27:332.63

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ИХ СВОЙСТВ*

Статья поступила в редакцию 18.10.2019, в окончательном варианте – 24.11.2019.

Савина Оксана Владимировна, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Ленина, 28,
старший преподаватель, e-mail: nov1984@yandex.ru
Маликов Виталий Павлович, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Ленина, 28,
аспирант, e-mail: axalter20@gmail.com
Садовникова Наталья Петровна, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Ленина, 28,
доктор технических наук, профессор, ORCID 0000-0002-7214-9432, e-mail: npsn1@ya.ru
Парыгин Данила Сергеевич, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Ленина, 28,
кандидат технических наук, доцент, ORCID 0000-0001-8834-5748, e-mail: dparygin@gmail.com, elibrary: https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=842349
Митягин Сергей Александрович, Национальный исследовательский университет ИТМО, 199034, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, д. 14,
кандидат технических наук, директор Института дизайна и урбанистики, e-mail: mityagin@itmo.ru, elibrary: https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=655152
Воронин Дмитрий Юрьевич, Севастопольский государственный университет, 299053, Российская Федерация, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: voronin@sevsu.ru, elibrary: https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=748964

Уточнена роль оценки недвижимости при исследовании организации городской инфраструктуры и развития страны в целом. Объект недвижимости рассмотрен как система, обладающая определенными характеристиками, главной из которых является стоимость. Стоимость описывает результат проведения оценки объекта недвижимости в условиях наличия большого количества критериев. Ее значение находится под влиянием некоторых факторов (параметров), которые можно разделить на две основные группы: внешние и внутренние. Рассматриваются основные подходы к построению рыночной оценки объекта недвижимости, основанные на различных видах машинного обучения. Предлагается новый подход к определению стоимости объектов недвижимости на основе комплексного анализа их свойств. Подход основывается на комбинировании метода бинарного кодирования качественных характеристик объекта недвижимости; кластерного анализа для определения однотипных объектов; регрессионного анализа для построения прогноза стоимости рассматриваемого объекта недвижимости. Предложенный метод комплексного анализа позволяет на основе исследования свойств объекта недвижимости и базовых принципов кадастровой оценки снизить неопределенность прогноза стоимости и повысить объективность оценок.

Ключевые слова: объект недвижимости, рынок недвижимости, рыночная стоимость объекта недвижимости, машинное обучение, бинарное кодирование, кластерный анализ

FORECASTING THE VALUE OF REAL ESTATE ON THE BASIS OF A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF ITS PROPERTIES

The article was received by the editorial board 18.10.2019, in the final version – 24.11.2019.

Savina Oksana V., Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation,
Senior Lecturer, e-mail: nov1984@yandex.ru
Malikov Vitaliy P., Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation,
post-graduate student, e-mail: axalter20@gmail.com

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-20066 “мол_а_вед”.

Sadovnikova Natalia P., Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation,

Doct. Sci. (Engineering), Associate Professor, ORCID 0000-0002-7214-9432, e-mail: npsn1@ya.ru

Parygin Danila S., Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation,

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, ORCID 0000-0001-8834-5748, e-mail: dparygin@gmail.com

Mityagin Sergey A., ITMO University, 14 Birzhevaya line, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation,

Cand. Sci. (Engineering), Director of Institute of Design & Urban Studies, e-mail: mityagin@itmo.ru

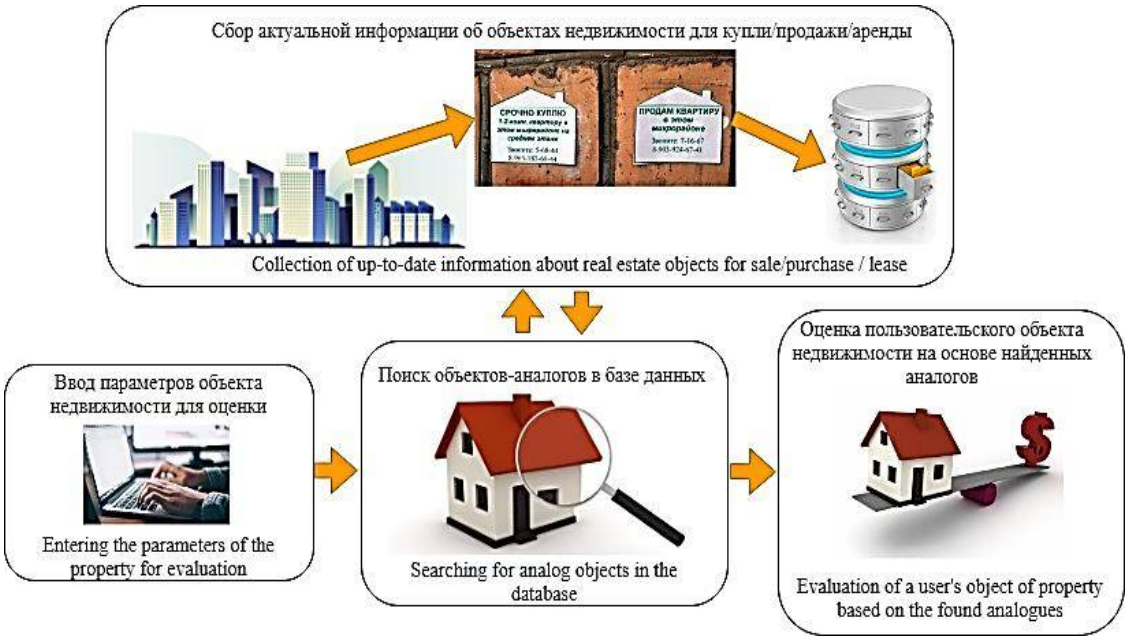
Voronin Dmitry Yu., Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, 299053, Russian Federation,

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, e-mail: voronin@sevsu.ru

The role of real estate in the study of urban infrastructure development and the development of the country as a whole is substantiated in the paper. A real estate object is considered as a system with certain characteristics, the main of which is a cost. The cost describes the result of real estate object assessment in the presence of a large number of criteria. Its value is influenced by some criteria, which are divided into two main groups: external and internal. The basic approaches to building a market valuation of a property based on various types of machine learning are considered. A new approach to determining the value of real estate based on a comprehensive analysis of its properties is proposed. The approach is based on a combination of the binary coding method of the qualitative characteristics of a real estate object, cluster analysis to determine objects of the same type and regression analysis to build a value forecast for the particular real estate object.

Key words: estate object, estate market, market value of the property, machine learning, binary coding, cluster analysis

Graphical annotation (Графическая аннотация)



Введение. Успешность решения множества вопросов по развитию территорий, связанных с формированием комфортной среды для проживания граждан, стимулированием развития экономики и обеспечением экологической безопасности территории, связано с эффективностью процессов управления недвижимостью. Объекты недвижимости (ОбН) выступают как основа национального богатства страны и связующее звено для разных поколений. Поэтому на сегодняшний день актуальным является вопрос о реорганизации процессов управления ОбН. Для всесторонней оценки поставленного вопроса необходимо рассмотреть специфику развития (создания) ОбН, его жизненный цикл и весь спектр его свойств; определить принципы управления, обеспечивающие рациональное использование данного ресурса.

Целью настоящего исследования является разработка методики для прогнозирования стоимости объекта недвижимости, с учетом уточненных свойств объектов недвижимости, влияющих на итоговую величину рыночной стоимости и базовых принципов кадастровой оценки.

Ключевые свойства объектов недвижимости. К ОбН относятся: здания, сооружения, объекты незавершенного строительства [3]; земельные участки; участки недр и всё, что прочно связано с землей, то есть объекты, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно. Целостное представление об ОбН обусловлено совокупностью его правовых, физических и экономических составляющих, объединяющих и раскрывающих основные характеристики объекта недвижимости.

К основным чертам ОбН можно отнести следующее: уникальность (неповторимость) любого ОбН, заключающуюся в неповторимости его внутренней отделки, расположении относительно частей света, видовых характеристиках из окон, уровне износа, году постройки и т.д., а также разновидность, стационарность (неподвижность), материальность, ликвидность, долговечность, высокую стоимость. Каждый из представленных признаков дает впоследствии свою составляющую в стоимости ОбН. Однако для того чтобы определить итоговую стоимость ОбН, необходимо в каждом сегменте объектов недвижимости выделить свою группу факторов, наиболее полно отражающую основные свойства данной группы. Например, к основным факторам, определяющим стоимость объекта жилой недвижимости, относят следующее: площадь, этажность, местоположение, состояние, совокупность передаваемых прав, наличие коммуникаций. Но основной компонентой из представленных параметров выступает местоположение (земельный участок, отведенный под объект недвижимости). Именно этот фактор [8] оказывается определяющим при формировании стоимости ОбН на разных стадиях развития жизненного цикла ОбН: от момента создания (появления идеи по созданию/развитию объекта, выполнения предпроектных исследований) до принятия решения о ликвидации (сносе) ОбН.

Вид определяемой стоимости на объект недвижимости. Действующие нормативно-правовые документы в области оценочной деятельности законодательно закрепили следующие виды стоимости на ОбН [11]:

- рыночная стоимость;
- инвестиционная стоимость;
- ликвидационная стоимость;
- кадастровая стоимость.

Каждая из этих стоимостей отражает основные задачи, поставленные перед государственными органами власти, по формированию и развитию рынка недвижимости; организации системы налогообложения, территориально-пространственному планированию города; регулированию имущественного оборота внутри страны.

В рамках функционирования открытого рынка основной стоимостью является рыночная стоимость ОбН.

Согласно Федеральному закону от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ «*Об оценочной деятельности в Российской Федерации*», *«под рыночной стоимостью объекта оценки понимается наиболее вероятная цена, по которой данный объект оценки может быть отчужден на открытом рынке в условиях конкуренции, когда стороны сделки действуют разумно, располагая всей необходимой информацией, а на величине цены сделки не отражаются какие-либо чрезвычайные обстоятельства, то есть когда:*

– одна из сторон сделки не обязана отчуждать объект оценки, а другая сторона не обязана принимать исполнение;

– стороны сделки хорошо осведомлены о предмете сделки и действуют в своих интересах;

– объект оценки представлен на открытом рынке посредством публичной оферты, типичной для аналогичных объектов оценки;

– цена сделки представляет собой разумное вознаграждение за объект оценки и принуждения к совершению сделки в отношении сторон сделки с чьей-либо стороны не было;

– платеж за объект оценки выражен в денежной форме» [15].

Исходя из приведенного определения, основной упор при определении рыночной стоимости делается на доступность и открытость информации при оценке рыночной стоимости ОбН. При создании расчетной модели по оценке ОбН, как правило, ключевая задача состоит в сборе исходной полной информации по основным ценообразующим параметрам. Также немаловажен учет всей совокупности внешних факторов окружения проекта (условий совершения сделки).

Формирование стоимости на объект недвижимости. Стоимость ОбН формируется на разных этапах его жизненного цикла под влиянием внутренних (физических) и внешних факторов.

Внутренние (физические) факторы в большей степени отражают техническую составляющую объекта; дают представление о его объемно-планировочных, конструктивных решениях, составе материала. Данные сведения могут служить основой для определения сметной стоимости строительства, расчете стоимости воспроизводства или замещения. Однако для расчета рыночной или иной стоимости, утвержденной федеральным стандартом по оценочной деятельности, требуется обязательный учет внешних факторов (внешнего окружения объекта). Влияние данной группы факторов отражено в работах А. Г. Грязновой, М. А. Федотовой, В. А. Щербакова, Н. А. Щербаковой [4, 17]. Подробный анализ свойств ОбН представлен в работе [1].

На основе проведенного анализа была структурирована вся информация, связанная со свойствами объектов недвижимости, которые влияют на их стоимость; затем выделены 12 групп (табл. 1).

Таблица 1 – Внешние факторы, влияющие на стоимость ОбН

Группы факторов	**Факторы**
Социальные	– потребности в приобретении объектов жилой недвижимости, в варианте их использования; – чувство собственности; – потребности в общении с окружающими, отношение к соседним объектам и их владельцам; – тенденции изменения численности населения, его омоложения или старения, продолжительности жизни, размера семьи, плотности заселения, др.; – тенденции изменения уровня образования и культуры; – обеспеченность населения объектами социальной инфраструктуры; – миграционные процессы, уровень безработицы и преступности; – менталитет, стиль и уровень жизни
Экономические	– общее состояние мировой экономики; – экономическая ситуация в стране, регионе, на местном уровне; – уровень доходов населения и тенденции его изменения; – инфляционные процессы и платежеспособность населения; – доступность кредитных ресурсов и ставки процента; – наличие источников и условия финансирования строительства объектов; – затраты на создание и поддержание в работоспособном техническом состоянии объектов жилой недвижимости, тенденции их изменения; – затраты на жилищно-коммунальные услуги, связанные с использованием объектов жилой недвижимости, тенденции их изменения
Политико-правовые	– политическая стабильность и безопасность; – жилищная, налоговая и финансовая политика, предоставление разного рода льгот; – наличие и совершенствование законодательной базы в области операций с недвижимостью, в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства, экологии и пр.; – технические регламенты, строительные нормы и правила; – зонирование территорий
Природно-климатические	– природно-климатические и сейсмические условия; – природные ресурсы и источники сырья
Экологические	– уровень загрязнения атмосферы; – уровень шума; – техногенные аварии; – источники энергии
Административные	– принадлежность к муниципальному образованию; – деловая активность на рынке жилья; – транспортные условия и возможности для мобильности населения; – жилищные условия населения; – наличие специализированных институтов и информационное пространство на рынке жилья

Условия сделок	– мотивы продавцов и покупателей; – сроки осуществления; – особые условия сделок
Временные	– дата определения рыночной стоимости объекта жилой недвижимости; – период, на который определяется рыночная стоимость объекта жилой недвижимости
Местоположение	– размещение объекта в плане поселения по отношению к деловому центру, местам приложения труда, автодороге, железной дороге, побережью, зеленым массивам, коммунальным учреждениям (свалкам и т.п.); – наличие в округе объектов социальной инфраструктуры (магазины, школы, детские сады, поликлиники и пр.)
Физические характеристики придомовой территории	– характеристика земельного участка: размеры, форма, площадь, подъезды, благоустройство, озеленение, игровые площадки и т.д.; – общий внешний вид, безопасность, комфорт и привлекательность; – внешний вид соседних объектов недвижимости
Архитектурно-строительные характеристики здания	– стиль; – архитектурно-планировочные и объемно-конструктивные решения; – этажность, количество квартир, секций; – инженерные коммуникации; – функциональная пригодность конструкций и инженерных систем; – внешний вид
Финансово-эксплуатационные характеристики жилых помещений	– планировка и наличие удобств (холодное и горячее водоснабжение, вентиляция и пр., размер площади, количество помещений и т.д.); – пространственная ориентация (этаж, по сторонам света и т.д.); – техническое состояние; – качество отделки; – эксплуатационные расходы; – доходы, генерируемые объектом жилой недвижимости

По мнению авторов статьи, указанные факторы обладают свойствами «необходимости и достаточности».

Воздействие выявленных внешних факторов может происходить одновременно на различных стадиях жизненного цикла, а учитываться последовательно, в зависимости от условий и целей субъектов сделки.

Главные ценообразующие параметры, влияющие на стоимость ОбН. В зависимости от рассматриваемого сегмента рынка недвижимости формирование стоимости ОбН происходит под влиянием различных факторов. Среди исследований, относящихся к анализу и прогнозированию стоимости объектов недвижимости, можно выделить работы таких авторов, как Л.А. Лейфер и Г.М. Стерник [6, 13]

В работе [13] авторы излагают методологию по проведению инвестиционного анализа рынка недвижимости с учетом прогнозирования развития реализуемого инвестиционного проекта в рамках комплексной застройки.

В исследовании [6] авторы определяют величины основных коэффициентов, требуемых для установления рыночной стоимости ОбН. Методология данного исследования основана на анкетировании более 200 практикующих специалистов оценщиков и работников банка по 63 городам РФ. С помощью метода стратифицированного формирования выборки данных информация, относящаяся к одному городу, рассматривается как выборка в составе общей совокупности сведений. При этом обработка данных осуществляется в соответствии с эмпирическим байесовским подходом, который позволяет оценивать характеристики, относящиеся к конкретному населенному пункту с использованием всей совокупности данных.

На основе проведенного анализа были выделены группы ценообразующих параметров, влияющих на стоимость объектов для двух сегментов недвижимости: торгово-офисной (табл. 2) и жилой (табл. 3).

Таблица 2 – Главные ценообразующие характеристики для объектов недвижимости торгово-офисного назначения

Параметр	**Описание**
Местоположение	– удаленность микрорайона от центра города; – преимущественная застройка микрорайона (окружающая застройка)
Расположение относительно красных линий	– расположение относительно центральных магистралей (дорог) города; – просматриваемость фасада здания с центральных улиц (наиболее актуально для объектов торговой недвижимости)
Близость к остановкам общественного транспорта	– расположение относительно основных пешеходных потоков (свойственно в основном для объектов торговой недвижимости); – расположение рядом (в непосредственной близости) к остановкам общественного транспорта
Тип объекта	– отдельно стоящее здание/встроенное помещение
Общая площадь здания	– характеризует ликвидность объекта на рынке
Этажность/этаж расположения	– определяет востребованность и заполняемость объекта (преимущественное значение имеет для объектов торговой недвижимости)
Физическое состояние здания	– определяет физический износ здания; – указывает на требуемый объем капитальных затрат
Физическое состояние отделки помещений	– определяет физический износ помещения; – отражает презентабельность (современный вид) отделки помещений; – указывает на требуемый объем эксплуатационных затрат
Материал стен	– отражает группу капитальности, долговечность ОбН
Отношение арендопригодной площади к общей площади	– определяет уровень доходности объекта; – эффективность эксплуатации объекта
Наличие отдельного входа	– указывает на возможность преимущественного расположения по отношению к потоку клиентов (характерно для торговой недвижимости)
Ограничение доступа к объекту	– указывает на закрытость территории; – наличие ограничений по времени доступности объекта для клиентов [7]
Наличие парковки	– наличие сформированной площадки для временного хранения автомобилей

Таблица 3 – Главные ценообразующие характеристики для объектов недвижимости жилого назначения

Параметр	Описание
Местоположение	– удаленность микрорайона от центра города; – преимущественная застройка микрорайона (окружающая застройка)
Материал стен	– отражает группу капитальность объекта; – тип объекта (период постройки)
Общая площадь/количество комнат	– характеризует ликвидность объекта на рынке
Наличие коммуникаций	– отражает оснащенность объекта система инженерного обеспечения (водоснабжения, водоотведения, газоснабжения, электроэнергии)
Физическое состояние здания	– определяет физический износ здания; – указывает на требуемый объем капитальных затрат
Физическое состояние внутренней отделки	– определяет физический износ помещения; – отражает презентабельность (современный вид) отделки помещений; – указывает на требуемый объем эксплуатационных затрат
Благоустройство придомовой территории	– размещение на прилегающей территории малых архитектурных форм
Этажность/этаж	– характеризует тип объекта; – определяет видовые характеристики; – устанавливает возможность изменения функционального назначения
Близость остановок общественного транспорта	– характеризует транспортную (общественный транспорт) доступность к объекту
Близость к объектам рекреационного назначения	– близость к объектам водного, лесного фонда; – близость к городским паркам, скверам и т.д.

По мнению большинства экспертов-оценщиков, принимавших участие в исследовании рынка торгово-офисной и жилой недвижимости под руководством Л.А. Лейфера [6], наибольший удельный вес в стоимости объектов данного сегмента рынка принадлежит их местоположению.

Подходы к оценке стоимости объектов недвижимости. Классический расчет стоимости ОбН основан на применении трех подходов к оценке: затратного, доходного, сравнительного. Итоговый результат стоимости формируется после согласования трех полученных результатов. Как правило, в процессе оценки оценщик не всегда получает близкие значения для разных подходов. Поэтому требуется дополнительное экспертное обоснование по установлению долей для каждого из подходов. Их доля определяется на основании нескольких критериев. Каждому критерию присваивается ранг (балл). На основании итоговой суммы баллов по соответствующему подходу к общей сумме баллов определяется весовой коэффициент. На основании суммы удельных весов для каждого из подходов рассчитывается итоговая рыночная стоимость.

При этом важное значение имеет достоверность полученной исходной информации. Однако субъективное мнение экспертов при оценках зачастую является решающим. В связи с этим ужесточаются требования к организациям, осуществляющим оценочную деятельность. В соответствии с поправками, внесенными в Федеральный закон от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ «*Об оценочной деятельности Российской Федерации*», определен субъект оценочной деятельности и усилена его ответственность (вплоть до имущественной). Поэтому на сегодняшний день большую значимость приобретает создание объективных способов оценки, основанных на анализе доступных данных и использующих современные методы моделирования.

В данном направлении проведено множество исследований. В работе [14] автор предлагает подход к интеллектуальной обработке информации при построении оценки недвижимости. Разработка данного подхода представлена в виде интеграции программных средств Excel, STATISTICA, Matlab и реализована методами искусственных нейронных сетей, возможностями ГИС-технологий.

В статье [12] предложена методика определения стоимости квартир на вторичном рынке недвижимости в городе Волгограде. Эта методика основана на построении линейной модели регрессии. Анализ проводится на основе данных о площадях объектов (общая, жилая, площадь кухни) и типа дома (кирпич, бетон), к которому принадлежит квартира. В результате проведенного анализа автор делает выводы о том, что наиболее весомое влияние на итоговую стоимость квартир на вторичном рынке оказывают размеры объектов (их площади).

В работе [16] автор рассматривает возможность построения модели оценки рыночной стоимости недвижимости на основе нечеткой логики. В этом исследовании процесс оценки выполнялся над объектами, относящимися к типу «квартира». При этом использовались данные об их площади, привлекательности района, в котором они располагаются, и их стоимости. По полученным результатам автор представляет влияние местоположения объекта и его площади на итоговую стоимость.

В исследовании [9] авторы сравнивают применимость 4-х разных методов машинного обучения для прогноза стоимости недвижимости. Эти методы включают в себя регрессию опорных векторов, метод k-ближайших соседей, деревья регрессии и нейронные сети. Согласно полученным результатам, авторы делают вывод о том, что регрессионные модели показали наименьшую ошибку при построении прогнозов.

В документе [18] также представлены способы предсказания стоимости объектов недвижимости с использованием нескольких методов машинного обучения: метод случайного леса, множественная регрессия, регрессия опорных векторов, деревья регрессии с градиентным ускорением, нейронные сети. В данном исследовании наилучшие показатели продемонстрировал метод случайного леса, а наихудшие – множественная регрессия.

В статье [19] авторы описывают разработанную ими модель прогноза стоимости недвижимости в Китае, используя основные свойства объектов недвижимости и временные данные (даты постройки объекта). Прогнозирование цены основывается на регрессионном анализе.

Ни в одном из представленных исследований не использовались характеристики ОбН в совокупности, применялись лишь некоторые из них. В основном это объясняется наличием большого количества «категориальных» признаков, значения которых необходимо представлять в численном виде. Для этого нужно проводить дополнительную экспертную оценку, которая может повлиять на объективность итогового результата.

В связи с этим необходимо использование алгоритмов кодирования категориальных признаков без участия эксперта, т.е. применение алгоритмов машинного кодирования [20]. Одним из таких способов является метод One-Hot Encoding, или метод бинарного кодирования, который позволяет сгенерировать числовой код без потери информации.

Преобразование категориальных признаков к числовому виду заключается в представлении конкретного признака в виде n-мерного вектора, состоящего из (n–1) нулей и одной единицы, где n – число категорий данного признака объекта. За «1» принимается та категория, к которой принадлежит исследуемый объект.

Применение метода бинарного кодирования обеспечивает использование большего числа характеристик ОбН при прогнозе их стоимости, а также повышает объективность результатов. Однако, несмотря на универсальность данного метода, в некоторых случаях его применение может быть осложнено в связи с существенным увеличением числа столбцов в матрице «объект – признак».

Таким образом, целесообразно предложить новый подход к оценке стоимости ОбН на основе комплексного анализа его свойств, который реализуется следующим набором действий:

- загрузка данных об ОбН с сайтов объявлений domino-rf.ru, irr.ru и restate.ru, а также с сайта торговой площадки etp-torgi.ru [10, 21];
- сохранение загруженной информации по ОбН в виде словарей;
- сохранение загруженной информации по ОбН в файл в формате JSON;
- считывание данных о пользовательском ОбН, для которого строится прогноз стоимости, из файла в формате JSON;
- формирование выборки, состоящей из «спарсенных данных» об ОбН, тип недвижимости которых совпадает с типом пользовательского объекта [2];
- отбор свойств объектов сформированной выборки, которые будут учитываться при построении модели недвижимости;
- обработка данных об ОбН в соответствии с существующими в сфере оценки недвижимости сводами правил, а также строительными нормами и правилами;
- преобразование категориальных признаков в числовой вид методом бинарного кодирования One-Hot Encoding;
- кластеризация сформированной выборки для определения кластера ОбН, к которому относится пользовательский объект;
- формирование «датасета» из выбранного кластера значений общей выборки для построения регрессионной модели прогноза стоимости ОбН [5];
- построение и обучение модели регрессии для прогноза стоимости ОбН, принадлежащих выбранному кластеру;
- построение прогноза стоимости пользовательского ОбН на основе характеристик полученной модели регрессии.

Метод реализован в системе комплексного анализа свойств объектов для оценки их стоимости (рис.). Эта система реализована на языке программирования Python версии 3.7 с использованием возможностей библиотек *Scrapy*, *json*, *numpy*, *pandas* и *sklearn*.

Апробация разработанной системы проводилась на данных о квартирах, подлежащих продаже в городе Волгограде. В результате работы модуля сбора данных был сформирован входной набор данных, состоящий из 35 тыс. объектов, информация о которых была собрана с сайтов domino-rf.ru, irr.ru, restate.ru, etp-torgi.ru.

Затем система отобрала ОбН, имеющие менее 50 % пропусков значений в свойствах. В результате, из входного набора данных были удалены 9 тыс. объектов. После чего система на основании оставшихся объектов проводит уточнение набора свойств, необходимых для построения оценки, выявляя коррелированные свойства.

Далее в процесс подготовки входного «датасета» (набора данных) включается процедура преобразования категориальных признаков объектов недвижимости в числовой вид за счет использования метода бинарного кодирования One Hot Encoding.

После проведения подготовительных работ с входными данными система строит модель регрессии для оценки пользовательского объекта недвижимости.

Для того чтобы наглядно продемонстрировать адекватность получаемых моделью результатов, из входного датасета случайным образом были отобраны 5 % записей от общего числа. Выбранные объекты в рамках эксперимента являются «пользовательскими», то есть для них разработанная система будет строить прогноз их стоимости. В таблице 4 представлен фрагмент полученных результатов.

Таблица 4 – Сравнение значений реальной и спрогнозированной стоимостей объектов недвижимости

ID записи	Реальная цена, руб.	Спрогнозированная цена, руб.
3	2400000	2246852
7	3550000	3260051
17	2700000	3104278
41	3600000	3474927
43	2900000	2718842
76	2640000	2830566
102	3100000	3205681
133	3500000	3919468

154	2500000	2105685
155	2700000	2593946
169	2550000	2501856
241	2680000	2740148
253	3000000	3395019
257	2350000	2058146
290	2800000	2657104
328	3200000	2970143
347	2760000	2849201
392	2580000	2896015
439	3350000	3081346
451	3150000	29508591

Для рассмотренного эксперимента модель обладает $R^2 = 0{,}836$ (относится к различиям показателей реальных и спрогнозированных стоимостей), что можно считать неплохим результатом.

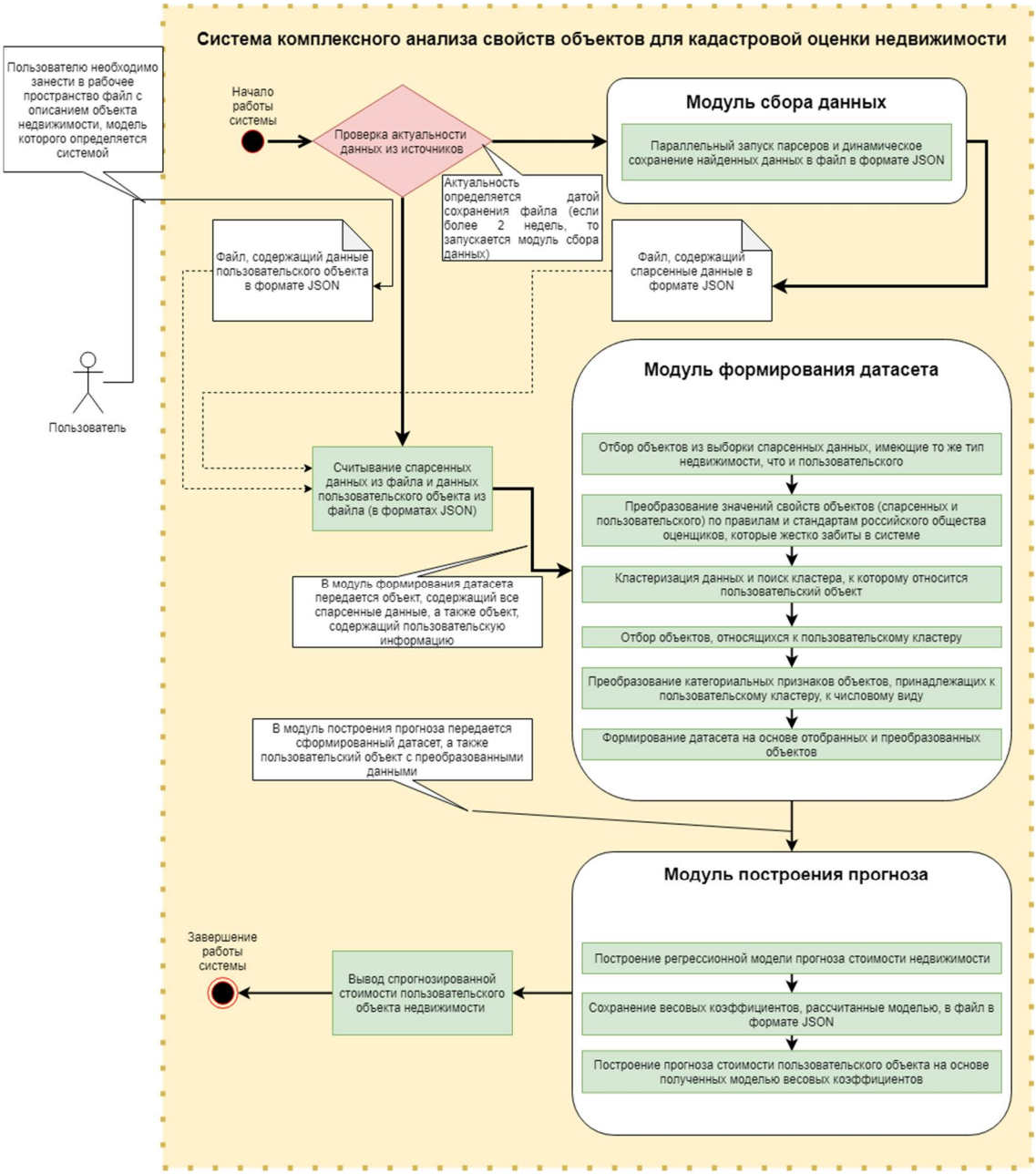


Рисунок – Метод комплексного анализа свойств объектов недвижимости

Данная система может использоваться для поддержки принятия решений в задачах анализа рынка недвижимости.

Выводы. В результате проведенного исследования дана характеристика ОбН, приведено его описание как системы. Рассмотрены основные виды стоимости ОбН и представлены основные факторы, влияющие на значение рыночной стоимости ОбН. Рассмотрены основные подходы к оценке стоимости ОбН. Предложен новый подход к оценке стоимости ОбН на основе комплексного анализа их свойств.

Библиографический список

1. Брумштейн Ю. М. Анализ моделей и факторов принятия решений о приобретении и обмене жилых помещений, управлении их комфортностью / Ю. М. Брумштейн, Т. Ю. Аксенова, Ю. Ю. Аксенова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2010. – № 3 (11). – С. 71–77.

2. Голубев А. В. Подход к интегрированной обработке открытых данных об инфраструктуре города / А. В. Голубев, Д. С. Парыгин, А. Г. Финогеев // Системы управления, связи и безопасности. – 2018. – № 2. – С. 84–107. – Режим доступа: http://sccs.intelgr.com/archive/2018-02/06-Golubev.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 18.07.2019) // СПС Консультант Плюс.

4. Грязнова А. Г. Оценка бизнеса : учебник / А. Г. Грязнова, М. А. Федотова. – Москва : Финансы и статистика, 2009. – 736 с.

5. Зеленский И. С. Расчёт рейтинга объектов недвижимости на основе нормативов и пользовательских предпочтений / И. С. Зеленский, Д. С. Парыгин, Т. В. Смирнова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 221–233. – Режим доступа: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/01/ZelenskiySoavtori_1_19_1.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

6. Лейфер Л. А. Справочник оценщика недвижимости / Л. А. Лейфер. – Н. Новгород : Дятловы Горы, 2018. – 320 с.

7. Масаев С. Н. Оценка экономических параметров предприятия по глубокой переработке древесины методом корреляционной адаптометрии / С. Н. Масаев, Г. А. Доррер // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37, № 1. – С. 38–43.

8. Масаев С. Н. Управление особыми экономическими зонами субъекта РФ / С. Н. Масаев // XIII Всероссийское совещание по проблемам управления» (ВСПУ-2019) : сборник трудов конференции. Москва, 17–20 июня 2019 г. – Москва : ИПУ РАН, 2019. – С. 1773–1778.

9. Овчинникова И. Г. Интеллектуальная обработка информации в области оценки недвижимости / И. Г. Овчинникова, Л. В. Курзаева, В. Е. Петеляк, И. В. Гаврилова // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 2, вып. 3. – С. 58–60.

10. Парыгин Д. С. Применение рекомендательных технологий в системах с пространственной информацией / Д. С. Парыгин, А. С. Стрекалова, А. С. Гуртяков, С. Г. Аданння, В. В. Пивоваров // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – № 1 (45). – С. 96–109. – Режим доступа: http://hi-tech.asu.edu.ru/files/1(45)/96-109.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

11. Приказ Минэкономразвития России от 20.05.2015 № 298 «Об утверждении Федерального стандарта оценки «Цель оценки и виды стоимости (ФСО N 2)» // СПС Консультант Плюс.

12. Севостьянов А. В. Экономика недвижимости : учебник / А. В. Севостьянов. – Москва : КолосС, 2007. – 276 с.

13. Стерник Г. М. Анализ рынка недвижимости для профессионалов / Г. М. Стерник, С. Г. Стерник. – Москва : ЗАО «Издательство «Экономика», 2009. – 606 с.

14. Тиндова М. Г. Интеллектуальная обработка информации в области оценки недвижимости / М. Г. Тиндова // Прикладная информатика. – 2007 – № 5. – С. 3–10.

15. Федеральный закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «Об оценочной деятельности в Российской Федерации»// СПС Консультант Плюс.

16. Чигиринская Н. В. Математическое моделирование оценки стоимости вторичного жилья на рынке недвижимости Волгограда / Н. В. Чигиринская // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2012. – № 16 – С. 204–211.

17. Щербаков В. А. Оценка стоимости предприятия (бизнеса) / В. А. Щербаков, Н. А. Щербакова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Омега-Л, 2012. – 315 с.

18. Breiman L. Random forests / L. Breiman // Machine learning. – 2001. – Vol. 45, № 1. – P. 5–32.

19. Baldominos A. Identifying Real Estate Opportunities Using Machine Learning / A. Baldominos, I. Blanco, A. J. Moreno, R. Iturrarte, Ó. Bernárdez, C. Afonso // Applied Sciences. – 2018. – Vol. 8, № 11. – P. 2321–2345.

20. Parygin D. S. Categorical data processing for real estate objects valuation using statistical analysis / D. S. Parygin, V. P. Malikov, A. V. Golubev, N. P. Sadovnikova, T. M. Petrova, A. G. Finogeev // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1015. – 7 p. – Режим доступа: http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1015/3/032102/pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.

21. Cherkesov V. Parsing of Data on Real Estate Objects from Network Resource / V. Cherkesov, V. Malikov, A. Golubev, D. Parygin, T. Smykovskaya // Advances in Computer Science Research : Proceedings of the IV International Research Conference «Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine» (ITSMSSM 2017), Tomsk, Russia, 5–8 December 2017. – Atlantis Press, 2017. – Vol. 72. – P. 385–388. – Режим доступа: https://www.atlantis-press.com/proceedings/itsmssm-17/25887911, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.

References

1. Brumshteyn Yu. M., Aksenova T. Yu., Aksenova Yu.Yu Analiz modeley i faktorov prinyatiya resheniy o priobretenii i obmene zhilykh pomeshcheniy, upravlenii ikh komfortnostyu [Analysis of models and decision-making factors on the acquisition and exchange of residential premises, management of their comfort]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Control and High Technologies], 2010, no. 3 (11), pp. 71–77.

2. Golubev A. V., Parygin D. S., Finogeev A. G. Podkhod k integrirovannoy obrabotke otkrytykh dannykh ob infrastrukture goroda [The Approach to Integrated Processing of Open Data about the City Infrastructure] [Jelektronnyj resurs]. *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti* [Systems of Control, Communication and Security], 2018, no. 2, pp. 84–107. Available at: http://sccs.intelgr.com/archive/2018-02/06-Golubev.pdf.

3. *Grazhdanskiy kodeks Rossiyskoy Federatsii (chast pervaya) ot 30.11.1994 № 51-FZ (red. ot 18.07.2019)* ["Civil Code of the Russian Federation (Part One)" dated November 30, 1994 no. 51-FL (as amended on July 18, 2019)]. *SPS Konsultant Plyus* [ATP Consultant Plus].

4. Gryaznova A. G., Fedotova M. A. *Otsenka biznesa : uchebnik* [Business valuation : textbook]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2009. 736 p.

5. Zelenskiy I. S., Parygin D. S., Smirnova T. V. Raschyot reytinga obektov nedvizhimosti na osnove normativov i polzovatelskikh predpochteniy [Calculation of real estate rating based on standards and user preferences] [Jelektronnyj resurs]. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii* [Modeling, Optimization and Information Technologies], 2019, vol. 7, no. 1, pp. 221–233. Available at: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/01/ZelenskiySoavtori_1_19_1.pdf.

6. Leyfer L. A. *Spravochnik otsenshchika nedvizhimosti* [Real Estate Appraiser]. N. Novgorod, Dyatlovy Gory, Publ., 2018. 320 p.

7. Masaev S. N., Dorrer G. A. Otsenka ekonomicheskikh parametrov predpriyatiya po glubokoy pererabotke drevesiny metodom korrelyatsionnoy adaptometrii [Assessment of the economic parameters of the enterprise for deep processing of wood by the method of correlation adaptometry]. *Khvoynyye borealnoy zony* [Conifers of the boreal zone], 2019, vol. 37, no. 1, pp. 38–43.

8. Masaev S. N. Upravleniye osobymi ekonomicheskimi zonami subekta RF [Management of special economic zones of a subject of the Russian Federation]. *XIII Vserossiyskoye soveshchaniye po problemam upravleniya : sbornik trudov konferentsii* [XIII All-Russian Meeting on Management Problems : Proceedings of the Conference], Moscow, June 17–20, 2019. Moscow, ICS RAS, 2019, pp. 1773–1778.

9. Ovchinnikova I.G., Kurzaeva L. V., Petelyak V. E., Gavrilova I. V. Intellektualnaya obrabotka informatsii v oblasti otsenki nedvizhimosti [Intellectual information processing in the field of real estate appraisal]. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya* [Successes of Modern Science and Education], 2016, vol. 2, issue 3, pp. 58–60.

10. Parygin D. S., Strekalova A. S., A. S. Gurtyakov, S. G. Adannja, V. V. Pivovarov Primenenie rekomendatelnykh tehnologiy v sistemakh s prostranstvennoy informatsiey [Application of recommender technologies in systems with spatial information]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Control and High Technologies], 2019, no. 1 (45), pp. 96–109. Available at: http://hi-tech.asu.edu.ru/files/1(45)/96-109.pdf.

11. *Prikaz Minekonomrazvitiya Rossii ot 20.05.2015 № 298 "Ob utverzhdenii Federalnogo standarta otsenki "Tsel ocenki i vidy stoimosti (FSO N 2)"* [Order of the Ministry of Economic Development of Russia of 05.20.2015 no. 298 "On approval of the Federal valuation standard "Purpose of valuation and types of value (FSO N 2)"]. *SPS Konsultant Plyus* [ATP Consultant Plus].

12. Sevostyanov A. V. *Ekonomika nedvizhimosti : uchebnik* [Real Estate Economics : textbook]. Moscow, KolosS Publ., 2007. 276 p.

13. Sternik G. M., Sternik S. G. *Analiz rynka nedvizhimosti dlya professionalov* [Analysis of the real estate market for professionals]. Moscow, ZAO «Izdatelstvo «Jekonomika», 2009. 606 p.

14. Tindova M. G. Intellektualnaya obrabotka informatsii v oblasti otsenki nedvizhimosti [Intellectual information processing in the field of real estate valuation]. *Prikladnayja informatika* [Applied Informatics], 2007, no. 5, pp. 3–10.

15. Federalnyy zakon ot 29.07.1998 № 135-FZ (red. ot 03.08.2018) "Ob otsenochnoy deyatelnosti v Rossiyskoy Federatsii" [Federal Law of July 29, 1998 no. 135-FL (as amended on August 3, 2018) "On Valuation Activities in the Russian Federation"]. *SPS Konsultant Plyus* [ATP Consultant Plus].

16. Chigirinskaya N. V. Matematicheskoe modelirovanie otsenki stoimosti vtorichnogo zhilya na rynke nedvizhimosti Volgograda [Mathematical modeling of the valuation of secondary housing in the real estate market of Volgograd]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Volgograd State Technical University], 2012, no. 16, pp. 204–211.

17. Shcherbakov V. A., Shcherbakova N. A. *Otsenka stoimosti predpriyatiya (biznesa)* [Assessment of the value of the enterprise (business)]. 4th ed., rev. and add. Moscow, Omega-L Publ., 2012. 315 p.

18. Breiman L. Random forests. *Machine learning*, 2001, vol. 45, no. 1, pp. 5–32.

19. Baldominos A., Blanco I., Moreno A. J., Iturrarte R. , Bernárdez Ó., Afonso C. Identifying Real Estate Opportunities Using Machine Learning. *Applied Sciences*, 2018, vol. 8, no. 11, pp. 2321–2345.

20. Parygin D. S., Malikov V. P., Golubev A. V., Sadovnikova N. P., Petrova T. M., Finogeev A. G. Categorical data processing for real estate objects valuation using statistical analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 2018, vol. 1015. 7 p. Available at: http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1015/3/032102/pdf.

21. Cherkesov V., Malikov V., Golubev A., Parygin D., Smykovskaya T. Parsing of Data on Real Estate Objects from Network Resource. *Advances in Computer Science Research : Proceedings of the IV International Research conference «Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine» (ITSMSSM 2017), Tomsk, Russia, 5–8 December 2017*. Atlantis Press, 2017, vol. 72, pp. 385–388. Available at: https://www.atlantis-press.com/proceedings/itsmssm-17/25887911.