



Оценка и управление портфелями недвижимости различного назначения с применением методов машинного обучения и искусственного интеллекта

Телешев Г.В., старший преподаватель, кафедра Корпоративных финансов и корпоративного управления,

Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены подходы к оценке портфелей недвижимости с использованием ИИ и машинного обучения. Выделены ключевые особенности таких портфелей: разнородность, территориальная распределённость и локальная природа рынков. На основе данных об ипотечных залогах (более 800 тыс. записей) выполнен первичный анализ, создающий основу для дальнейшего более детального анализа портфеля.

Ключевые слова: портфели недвижимости, искусственный интеллект, управление недвижимостью, оценка недвижимости

Valuation and management of real estate portfolios of various purposes using machine learning and artificial intelligence methods

Teleshev G.V., Senior Lecturer, Department of Corporate Finance and Corporate Governance,

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Annotation. The article discusses approaches to the valuation of real estate portfolios using AI and machine learning. The key features of such portfolios are highlighted: heterogeneity, territorial distribution, and the local nature of markets. Based on mortgage collateral data (more than 800 thousand records), a preliminary analysis is performed, providing a foundation for further, more detailed portfolio analysis.

Key words: real estate portfolios, artificial intelligence, real estate management, real estate valuation

Введение. Тема искусственного интеллекта и машинного обучения довольно прочно вошла в повседневную практику: искусственный интеллект генерирует изображения, текст, видео, компьютерный код, пишет музыку, статьи, книги, дипломы и курсовые работы, готовит резюме для новостных сводок и по совокупности выполняемой повседневной работы, позволяет говорить и замещении значительного числа специалистов различного уровня в различных отраслях - от водителей до программистов и художников¹.

При таком массированном и практически повсеместном внедрении инструментов искусственного интеллекта при исполнении повседневных (и массовых) задач, в неявном виде присутствует расчёт, что сложность порожденная в эпоху всеобщего проникновения цифровых инструментов и лавинообразного роста объемов информации², искусственный интеллект и различные формы его применения станут теми средствами, которые позволят сдержать эту сложность, привести к повышению управляемости и прозрачности многих процессов, снизить расходы и повысить доходы и стоимость многих бизнесов, а также снизить неопределенность и уровень рисков. Такая позиция поддерживается не только примерами успешного внедрения в управление многими видами процессов, но и достаточно амбициозными заявлениями относительно наступления эры т.н. «сильного» ИИ, способного решать не только узконаправленные задачи, но и потенциально самостоятельно их формулировать и координировать их исполнение с использованием т.н. ИИ-агентов [30].

Не претендуя на прогноз развития отрасли ИИ, тем не менее следует отметить, что период всеобщей эйфории в отношении внедрения искусственного интеллекта происходит не впервые с момента зарождения и определения термина «искусственный интеллект». Так, по различным оценкам [238,20], область исследований искусственного интеллекта пережила как минимум две

¹ URL: <https://www.forbes.com/sites/janicegassam/2025/06/24/92-million-jobs-gone-who-will-ai-erase-first/>

² URL: <https://explodingtopics.com/blog/data-generated-per-day>

«инвестиционные зимы», когда энтузиазм инвесторов и исследователей сменялся разочарованием относительно реальных результатов и, в конечном счете, снижении отдачи на капитал от инвестиций в развитие инструментов ИИ. Отличие текущего этапа развития при этом – это конечно наличие огромных массивов данных (т.н. большие данные), развитие инструментов подходов и инструментов т.н. «глубокого обучения» и генеративного ИИ, позволяющие внедрять решения «по широкому фронту» - не только в сферах традиционного применения ИИ (к примеру, не только распознавание текста и изображений, но и их генерация, не только моделирование предпочтений потребителей, но и их формирование, к примеру, через рекомендательные системы и т.д.). Роль искусственного интеллекта, таким образом, на текущей стадии развития уже не является строго пассивной и инструментальной, но более активной и всепроникающей. На это безусловно накладывается и снижение удельных затрат на вычислительные операции и хранение информации³.

При этом необходимо отметить, что интерес к исследованиям на «переднем крае» выражают не только академические институты, но и крупные технологические корпорации. Так, по отдельным оценкам [20], несмотря на то, что количество исследований по теме искусственного интеллекта, опубликованных крупными корпорациями (Microsoft, Google и другими) относительно невелико по сравнению с аналогичным показателем применительно к академическим институтам, они, тем не менее, часто вызывают широкий резонанс и генерируют высокие библиографические метрики цитируемости. Последнее в целом неудивительно, т.к. залог значимого прогресса в данной области лежит не только в сфере собственно научной базы (в части алгоритмов и методов), но и в доступе к значительным вычислительным мощностям, массивам данных для обучения и инструментам разработки. В части последнего крупные технологические корпорации безусловно обладают существенными преимуществами и ресурсами, зачастую недоступными даже крупным академическим институтам [21,38]. Кроме прочего, это также означает,

³ URL: <https://ourworldindata.org/grapher/historical-cost-of-computer-memory-and-storage>

что ИИ и машинное уже давно не являются сугубо академической сферой и имеет четко выраженное прикладное значение⁴.

Применение инструментов ИИ в оценке и управлении недвижимостью

В целом ожидаемо, что при таких существенных изменениях и прогрессе в развитии инструментов ИИ, их продвижение не обходит такую консервативную сферу как оценка и управление недвижимостью. При этом необходимо заметить, что традиционно применение методов ИИ концентрировалось преимущественно в такой сфере как массовая оценка недвижимости, понимаемая как построение ценовых моделей стоимости недвижимости на больших массивах ценовых данных, позволяющая осуществлять регулярную оценку (переоценку) больших и разнородных совокупностей объектов недвижимости (часто для целей налогообложения) оперативно и эффективно с точки зрения затрат на проведение оценки. Модели нейронных сетей, моделирующих пространство ценовых параметров и цен в этом случае – это один из видов моделирования наряду с традиционными регрессионными или кластерными статистическими моделями, методологический аппарат которых не только хорошо разработан, но и апробирован при оценке портфелей различного масштаба и назначения [2, 3, 6, 9-12, 17].

В данном контексте применение инструментов ИИ при построении моделей рынка недвижимости является дальнейшим развитием применения статистических методов моделирования, особенно в случаях слабо структурированных данных. Соответствующие инструменты также были неоднократно апробированы как способ анализа и моделирования различных региональных рынков недвижимости как в России [4,5,16,18,19], так и в мире [25-27,29,33,34,36,39] (последнее – лишь небольшая выборка наиболее цитируемых публикаций по теме применения ИИ в оценке недвижимости опубликованных за последние три года, общее их число оценивается десятками, если не сотнями в журналах различного уровня). Среди преимуществ

⁴ В особенности с учетом того, что значительная, и, наверное, большая часть результатов применения ИИ корпорациями не публикуется, что искажает статистику реального применения.

применения ИИ можно отметить не только развитость инструментария, но и потенциальную адаптивность получаемых моделей (актуализация моделей на новых данных, учет большего количества ценообразующих факторов за счет вариации количества гиперпараметров и т. д.), что позволяет не только моделировать рынок недвижимости, но и создавать полноценные динамические, масштабируемые и адаптируемые системы в целях анализа и прогнозирования рынка недвижимости [7,16].

Вместе с тем, основной фокус в исследованиях как в области классических статистических методов моделирования рынка недвижимости, так и искусственного интеллекта и машинного обучения в этих же целях, часто находится в сфере методической и концентрируется на моделях и алгоритмах, в то время как этапы, предшествующие построению (обучению) модели, такие как: сбор, обработка и подготовка информации часто рассматриваются скорее как технический элемент. При этом как отмечается во многих источниках, этапы сбора и подготовки информации в целях построения соответствующих моделей, могут составлять очень значительную (по разным оценкам до 80% трудозатрат при обучении моделей [32]). Учитывая последнее, можно утверждать, что потенциал использования ИИ, учитывая генеративную способность современного поколения инструментов искусственного интеллекта, уже строго не ограничивается исключительно построением непосредственно моделей, но и включает возможность углубления его использования в сторону комплексного сокращения трудозатрат при анализе (к примеру, генерации кода для экстракции, парсинга и консолидации данных, их последующего обогащения и пр.).

Кроме того, применение в оценке и управлении недвижимостью не ограничивается исключительно оценкой её стоимости, но и позволяет решать ряд смежных задач, сложно реализуемых традиционными методами:

- Мониторинг состояния недвижимости в целях снижения расходов, минимизации юридических рисков⁵;

⁵ Кейс британской жилищной ассоциации, внедрившей ИИ для прогнозирования рисков неудовлетворительного состояния жилья и автоматической оценки повреждений по фотографиям. Время на инспекции сократилось

- Транзакционный анализ в области управления недвижимостью в целях улучшения эффективности управления, повышения вовлеченности арендаторов, достижения целей устойчивого развития [22];
- Управление рисками при инвестициях в недвижимость [35, 37].

Приведенные выше направления применения ИИ в управлении недвижимостью – лишь одни из немногих возможных и привлечших внимание исследователей за последнее время, но даже они позволяют продемонстрировать возможную широту применения соответствующих инструментов в управлении недвижимостью (в дополнение к ранее упомянутому возможному «углублению» использования ИИ с точки зрения обеспечения процесса работы с данными). При этом также привлекает внимание способность к адаптации соответствующих решений по обработке совершенно разнородных и на первый взгляд не связанных между собой видов и источников данных – от рыночных данных о ценах объектов, до их графических изображений, исторических данных о периодичности осмотров и пр. Последняя способность ИИ к «всеядности» в отношении источников данных получила название «слияния данных» (data fusion⁶) и безусловно может являться одним из основных привлекательных преимуществ ИИ при управлении таким сложным и многосторонним объектом управления как объекты или портфели недвижимости.

Портфели недвижимости, особенности и вызовы с точки зрения оценки и управления

Проблемы и особенности оценки и управления портфелями недвижимости ранее уже неоднократно рассматривались в российских исследованиях в различных аспектах [13-15]. Тем не менее, в целях настоящей статьи, опишем общие характеристики портфелей с точки зрения как оценки, так и управления:

вдвое, снизились затраты на юридические иски. URL: <https://www.dataiq.global/award-winner/most-innovative-use-of-ai-europe-notting-hill-genesis/>

⁶ «слияние», «комплексирование» или «интегрирование» данных в различных российских источниках, которое как перевод, тем не менее, не вполне отражает всей привлекательности использования ИИ при работе с «коктейлем» или «салатом» из данных, которые при правильном подходе могут быть разделены на значимые компоненты в правильных пропорциях

- Разнородность видов портфелей по целям управления: инвестиционные, корпоративные, ведомственные и другие;
- Территориальная распределённость: редка ситуация, при которой все объекты портфеля располагаются компактно в рамках одного города, а следовательно, и регионального рынка (сегмента рынка) недвижимости;
- Сложный функциональный состав: часто портфели включают разнородные по функциональному назначению, качеству, стоимости и иным характеристикам объекты;
- Сложность и уникальность объектов недвижимости как объектов оценки и управления: по совокупности своих параметров (юридических, физических и экономических), нет двух абсолютно одинаковых объектов, что делает их оценку де факто, строго говоря, практически всегда не до конца точной;
- «Ненормальность» распределений: в данных, присутствующих на рынке недвижимости часто присутствуют выбросы, «тяжелые хвосты» и иные нерегулярности, которые затрудняют анализ с применением исключительного нормального распределения, что может существенно отличать их от финансовых активов, где в условиях отсутствия существенной турбулентности, такими особенностями можно в значительной части случаев пренебречь;
- Эффект «колеи» (path dependence [1, 31]) рынков недвижимости: сложный институциональный характер рынков недвижимости, «историчность» объектов, которая определяет невозможность анализа без учета истории их использования (владения, распоряжения);
- Региональный или локальный характер рынка недвижимости: строго говоря все рынки недвижимости локальны (хотя и существуют перетоки спроса и ликвидности) с точки зрения спроса и безусловно предложения (ввиду физической непремещаемости объектов), что в практическом смысле определяет еще и децентрализованный характер информации о состоянии рынка (не только и не столько в информации о ценах предложения, которые успешно консолидируются соответствующим агрегаторами, но относительно скрытых факторов стоимости).

Совокупность этих особенностей портфелей недвижимости различного вида и назначения делает их сложным, многомерным объектом с точки зрения оценки и управления с существенной спецификой, которая в конечном счете выражается в том, что оперирование таким комплексным объектом – это результат многомерного процесса анализа (усложняемого тем, что и среда, т.н. экзогенные переменные также многочисленны и не всегда строго определены).

Продолжая краткое введение в тему оценки и управления портфелями недвижимости, определим сам термин «портфель недвижимости». Необходимо в этой связи отметить, что по своей сути, это понятие отличается от таких часто применяемых терминов как «фонд недвижимости» (который может применяться как некоторой совокупности объектов, к примеру, «фонд жилой недвижимости», «фонд нежилой недвижимости», так и к способам организации коллективных инвестиций в недвижимость, к примеру, «закрытый паевой инвестиционный фонд недвижимости»). Главные отличия в данном случае состоят в том, что «портфель недвижимости» относится в первую очередь именно к совокупности объектов недвижимости, а во вторую может быть территориально распределен и быть частью фонда недвижимости (наряду с другими портфелями). К примеру, «портфель жилой недвижимости в залоге банка», который является частью жилого фонда субъекта федерации. В таком определении портфель недвижимости (и его «субпортфели») могут быть обозначены и доопределены в зависимости от целей того или иного исследования или целей управления.

В указанном выше смысле портфель недвижимости является расширенным определением термина «портфель недвижимости банка», ранее рассмотренным ранее в [14]:

- Портфель недвижимости - совокупность объектов недвижимости, объединенных по территориальному или иному признаку.
- Объектное управление недвижимостью - способ управления, когда под управлением находится отдельный объект недвижимости, для которого (в соответствии с его классификацией) определены и зафиксированы цель и

концепция его использования, в рамках которой реализуются мероприятия по его управлению и эксплуатации.

- Портфельное управление недвижимостью - способ управления, при котором под управлением находится группа объектов недвижимости (из которых формируется портфель объектов недвижимости), для которой определены общая стратегия и концепция управления, а также реализуются общие (для всех объектов группы) мероприятия по их управлению.

По аналогии с процессом управления портфель недвижимости может быть определен и для целей оценки (а также вида или видов определяемой стоимости).

Кроме того, так как объект недвижимости является объектом в юридическом, физическом, так и экономическом смыслах, то и портфель недвижимости является совокупностью как портфеля прав и обременений, так и совокупности физических объектов и активов в экономическом смысле (основной результирующей характеристикой которого является стоимость, но могут выделяться и другие, к примеру арендные ставки, заполняемость, операционные расходы, совокупная стоимость владения и пр.).

Последнее, что хотелось бы отметить в связи с определением понятия портфеля – это классификация его характеристик, которые на самом верхнем уровне можно подразделить в первую очередь на качественные и количественные, а количественные в свою очередь подразделить на аддитивные (по отношению к которым допустима операция сложения и агрегирования, к примеру – площадь, стоимость и пр.) и неаддитивные (к примеру, этажность, год строительства и т.д.). При этом несмотря на то, что комплексное описание автоматизации процессов оценки и управления недвижимостью не входит в цели настоящей статьи, отметим, что информационная модель объекта недвижимости, заложенная в соответствующих системах, её методическая целостность и полнота, определяют и возможности анализа, оценки и управления и на уровне портфеля в целом.

Постановка задачи и первоначальный этап анализа портфеля недвижимости с использованием инструментов искусственного интеллекта

Комплексный характер и многомерная природа портфелей недвижимости, а также связанная с этим специфика оценки и управления, требуют использования обоснованного и зрелого подхода при постановке соответствующей задачи с использованием инструментов ИИ, что в целом определяет целесообразность использования хорошо отработанных и проверенных методологических подходов при решении аналогичных задач. В сфере «добычи данных» (data mining) и машинного обучения, примером такой методологии является методология CRISP-DM (Cross-industry standard process for data mining или Межотраслевой стандартный процесс «добычи данных»), которая была разработана в конце 1990-х годов консорциумом из пяти компаний - Integral Solutions Ltd (SPSS), Teradata, Daimler-Benz, NCR Corporation и OHRA при финансировании Европейской комиссии по программе ESPRIT.

Основной целью при создании CRISP-DM было формирование универсальной, независимой от конкретных инструментов методологии для проектов по «добыче данных», снижающей риски и делающей процесс «добычи данных» воспроизводимым. Первое подробное руководство вышло в 1999 году как «CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide»⁷. В настоящее время, несмотря на отсутствие официальной версии 2.0, CRISP-DM остаётся де-факто стандартом для сферы сбора, обработки и анализа данных⁸, который ложится в основу корпоративных методологий сбора, обработки и анализа данных, вроде IBM ASUM-DM, а также активно адаптируется под новые области: в частности, существуют модификации CRISP-MED-DM для медицины, CRISP-NET для сетевого анализа, а также исследования по интеграции с Agile и автоматизации с ИИ-агентами (например, Autocrisp⁹).

Преимуществом методологии является замкнутый циклический характер, закладывающий основу не только для повторяемости процесса, но и его

⁷ URL: <https://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/modeler/14.2/es/CRISP-DM.pdf>

⁸ По данным опросов KDnuggets, около 43% специалистов на момент проведенного ими опроса, использовали данную методологию URL: <https://www.kdnuggets.com/2014/10/crisp-dm-top-methodology-analytics-data-mining-data-science-projects.html>

⁹ URL: <https://ecda.eur.nl/portfolio/autocrisp-ai-agents-that-automate-crisp-dm/>

эволюции и непрерывного улучшения. Основные этапы циклического процесса в соответствии с CRISP-DM:

- Фаза 1: Понимание бизнеса – определение целей заказчика, перевод в задачи Data Mining, оценка рисков и план проекта.
- Фаза 2: Понимание данных – сбор, описание, первичное исследование и проверка качества (пропуски, выбросы).
- Фаза 3: Подготовка данных – самая трудоёмкая (до 80% времени): отбор, очистка, конструирование признаков, интеграция и форматирование.
- Фаза 4: Моделирование – выбор алгоритмов, разбиение выборки, обучение и техническая оценка моделей (метрики).
- Фаза 5: Оценка – проверка соответствия бизнес-целям (например, A/B-тест), ретроспектива процесса и решение о внедрении или новой итерации.
- Фаза 6: Внедрение – развёртывание (отчёт, API, приложение), мониторинг дрейфа данных, поддержка и итоговый анализ проекта.

Общая схема процесса, включая прямые и обратные связи на различных этапах его реализации приведена на рис. 1.

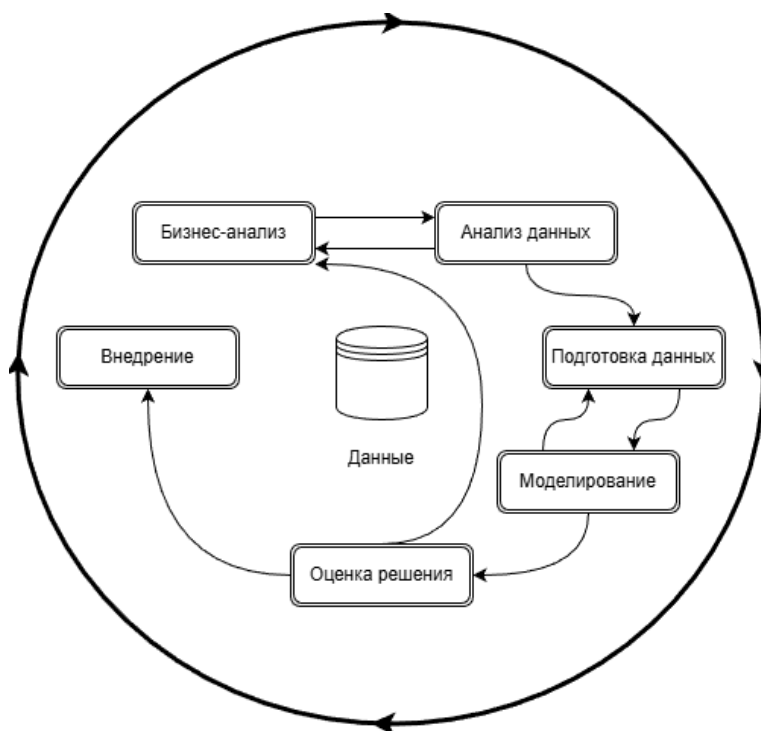


Рис. 1 – Схема процесса в соответствии с CRISP-DM

Источник: CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide

Учитывая то, что CRISP-DM относится к методологиям работы с данными и не является стандартом управления проектами и командой в процессе развертывания систем анализа данных, она подходит и для решения индивидуальных исследовательских задач. Исходя из этого, а также учитывая заявленный масштаб и охват настоящей статьи, определим следующие основные цели:

- Исследование возможностей и ограничений использования инструментов ИИ при анализе, оценке и управлении портфелями недвижимости;
- Максимально широкое использование вспомогательных инструментов ИИ (включая использование инструментов генеративного ИИ для создания вспомогательного кода);
- Максимальное использование общедоступных инструментов и открытых наборов данных, требующих предварительной обработки в целях дальнейшего анализа (то есть в общем речь не идет о наборах данных, размещаемых на платформах вроде Kaggle).

Использование открытых данных и инструментов, позволяет также провести более «чистый эксперимент», потенциально воспроизводимый за пределами настоящей статьи с последующим углублением и потенциальной репликацией другими исследователями¹⁰. При этом с учетом доступного объема настоящей работы, а также ограничений, налагаемых индивидуальным характером исполнения, в рамках настоящей статьи предполагается завершение первых этапов с планом на дальнейшее исследование в последующих публикациях по данной тематике.

Необходимо при этом учитывать, что информации достаточного качества по портфелям недвижимости, позволяющей проводить комплексный и полноценный анализ в открытом доступе сравнительно немного, в частности:

- информация по корпоративным портфелям недвижимости часто является непубличной и в случае раскрытия какой-либо её части (к примеру, при

¹⁰ Впоследствии, по завершении всего цикла исследования, планируется публикация вспомогательного кода, набора данных и инструкций для ИИ в целях генерации вспомогательного кода.

публикации финансовой отчетности) скорее концентрируется на агрегированных показателях (чаще всего балансовая стоимость), что не подходит для полноценного анализа;

- информация по инвестиционным портфелям часто содержит сведения по доходности, уровне рисков и стоимости портфеля в целом, но не о характеристиках или составе с детализацией до отдельных объектов.

Исключением при этом может являться информация по портфелям, которая раскрывается в рамках исполнения регуляторных требований различного рода. В частности, таким требованием является ведение реестра ипотечного покрытия, обязывающее эмитента ипотечных ценных бумаг вести реестр ипотечного покрытия. Состав информации, порядок её раскрытия и публикации регулируется рядом нормативных документов, в частности: федеральным законом от 11.11.2003 № 152-ФЗ «Об ипотечных ценных бумагах», положением Банка России от 30.12.2014 № 454-П «О раскрытии информации эмитентами эмиссионных ценных бумаг», положением Банка России от 27.03.2020 № 714-П «О раскрытии информации эмитентами эмиссионных ценных бумаг», Приказом ФСФР РФ от 01.11.2005 № 05-60/пз-н «Об утверждении Правил ведения реестра ипотечного покрытия» и др.

Необходимо в этой связи отметить, что объем публикуемой информации сложно охарактеризовать как исчерпывающий для полноценного анализа портфеля недвижимости (цели ведения реестра покрытия отличаются от таковых для портфелей недвижимости), однако состав публикуемой информации включает такую интегральную характеристику как оценка рыночной стоимости и отчасти адресные характеристики. Исходя из последнего, даже такой объем информации позволяет анализировать портфель в территориальном разрезе и в части параметров распределения рыночной стоимости.

Таким образом, в целях дальнейшего анализа портфель недвижимости определяется как совокупность объектов, включенных в состав обеспечения по ипотечным кредитам и секьюритизированным в составе ипотечных ценных бумаг нескольких выпусков. Перечень выпусков ценных бумаг, включенных в

периметр анализа приведен в табл. 1 (объекты представляют собой преимущественно обеспеченные ипотекой требования и/или залогом прав требования участника долевого строительства, входящие в состав ипотечного покрытия, удостоверенные закладными, раздел 2 реестра).

Таблица 1

**Выпуски ипотечных бумаг, содержащие информацию об ипотечном
покрытии, включенных в периметр анализа**

Выпуски ценных бумаг для анализа			
4B02-01-00307-R-001P	4B02-16-00307-R-001P	4B02-31-00307-R-001P	4B02-46-00307-R-001P
4B02-02-00307-R-001P	4B02-17-00307-R-001P	4B02-32-00307-R-001P	4B02-47-00307-R-001P
4B02-03-00307-R-001P	4B02-18-00307-R-001P	4B02-33-00307-R-001P	4B02-48-00307-R-001P
4B02-04-00307-R-001P	4B02-19-00307-R-001P	4B02-34-00307-R-001P	4B02-49-00307-R-001P
4B02-05-00307-R-001P	4B02-20-00307-R-001P	4B02-35-00307-R-001P	4B02-50-00307-R-001P
4B02-06-00307-R-001P	4B02-21-00307-R-001P	4B02-36-00307-R-001P	4B02-51-00307-R-001P
4B02-07-00307-R-001P	4B02-22-00307-R-001P	4B02-37-00307-R-001P	4B02-52-00307-R-001P
4B02-08-00307-R-001P	4B02-23-00307-R-001P	4B02-38-00307-R-001P	4B02-53-00307-R-001P
4B02-09-00307-R-001P	4B02-24-00307-R-001P	4B02-39-00307-R-001P	4B02-54-00307-R-001P
4B02-10-00307-R-001P	4B02-25-00307-R-001P	4B02-40-00307-R-001P	4B02-55-00307-R-001P
4B02-11-00307-R-001P	4B02-26-00307-R-001P	4B02-41-00307-R-001P	4B02-56-00307-R-001P
4B02-12-00307-R-001P	4B02-27-00307-R-001P	4B02-42-00307-R-001P	4B02-57-00307-R-001P
4B02-13-00307-R-001P	4B02-28-00307-R-001P	4B02-43-00307-R-001P	4B02-58-00307-R-001P
4B02-14-00307-R-001P	4B02-29-00307-R-001P	4B02-44-00307-R-001P	4B02-59-00307-R-001P
4B02-15-00307-R-001P	4B02-30-00307-R-001P	4B02-45-00307-R-001P	4B02-60-00307-R-001P

Источник: ДОМ.РФ¹¹

Проведенный процесс консолидации данных для целей анализа не является прямолинейным и включает несколько подзадач:

- Получение реестров обеспечения с сайта ДОМ.РФ (файлы формата MS Excel);
- Предварительная разметка диапазонов файлов для последующего объединения в единый датафрейм pandas;
- Очистка дублирующихся и пустых записей (реестры содержат помимо прочего информацию по просрочкам платежей, которая за исключением нескольких столбцов содержит пустые строки) и разделение датафрейма на две части – информация по объектам и информация по просрочкам платежей с

¹¹ URL: <https://дом.рф/information-disclosure/mortgage-cover/>

сохранением уникальных идентификаторов – номера государственной регистрации;

- Удаление остаточных ошибочных записей (заголовки, ошибки парсинга и пр.).

Необходимо отметить, что использование генеративного ИИ (преимущественно DeepSeek-V3) существенно облегчает задачу генерации вспомогательного кода при решении всех задач первоначальной подготовки датафрейма для анализа. Вместе с тем ожидание полной автоматизации всего процесса (даже при подробном описании необходимых этапов) не является реалистичным. В частности, в задачах парсинга файлов и подготовки данных для дальнейшего анализа, любые автоматизированные алгоритмы парсинга, сгенерированные ИИ сталкиваются с особенностями исходных наборов данных, различиями между формами отчетности разных банков и, либо отсекают информативные записи, либо включают избыточные и технические (заголовки, части других разделов и т.д.).

В этой связи наличие ограничителей (т.н. guardrails) для ИИ и использование итеративного подхода, включающего первоначальный анализ, исполнение кода, его отладку, сравнение результата с целевым и исправление, а также элементов ручной разметки, позволяют решать эту задачу с большей степенью надежности. Использование инструментов ИИ, таким образом, является вспомогательным, хотя и существенно облегчающим процесс первоначального анализа, но не снимающим ответственности с исследователя. Подводя промежуточный итог, можно сказать, что данные задачи определенно не решаются одним запросом, даже очень детальным, а также требуют постоянного внимания для достижения приемлемого результата.

Помимо вышеописанных решенных технических задач, присутствует достаточно значительное количество смежных задач, описание которых выходит за охват настоящей работы, но результирующий датафрейм уже позволяет проводить некоторые предварительные выводы, его основные характеристик приведены ниже:

- Количество консолидируемых выпусков ипотечных ценных, реестры покрытия по которым использованы при построении набора данных: 60 выпусков;

- Количество записей: 831 255 записей¹²;

- Общая площадь объектов портфеля определенного в целях дальнейшего анализа - 45,4 млн кв. м, суммарная оценочной рыночной стоимостью 4,24 трлн руб.

Общие характеристики распределения рыночной стоимости (из расчета на 1 кв. м):

- Распределение показателя после логарифмирования близко к нормальному; логнормальная модель адекватно описывает центральную часть и квантили вплоть до 99,9-го перцентиля.

- Правый хвост распределения несколько тяжелее логнормального (показатель Парето $\alpha \approx 4,11$), что, однако для практических задач массовой оценки допускает использование логарифмирования переменной.

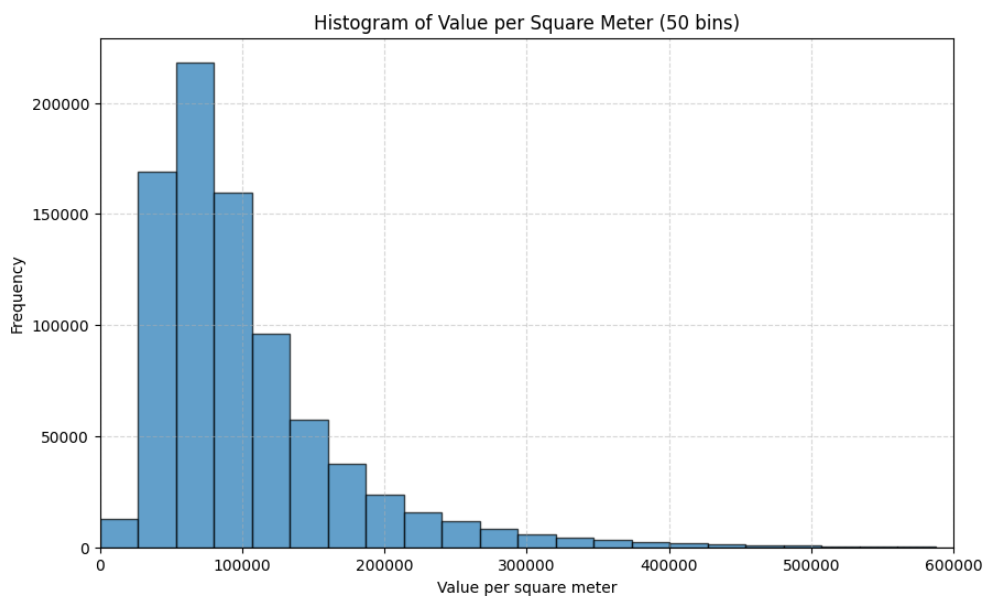


Рис. 2 – Гистограмма распределения оценки рыночной стоимости за расчета на 1 кв. м

Источник: расчеты автора

¹² Что является довольно неплохим показателем для открытых наборов данных для объектов / портфелей недвижимости. В частности, один из самых популярных наборов данных по рынку недвижимости на платформе Kaggle содержит порядка 2,2 млн. записей. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/ahmedshahriarsakib/usa-real-estate-dataset>

В связи с тем, что наиболее мощный тест нормальности – тест Шапиро-Уилка рассчитан на относительно небольшие по размеру выборки, на данном этапе проверка нормальности производилась с использованием графических методов (см. рис. 2).

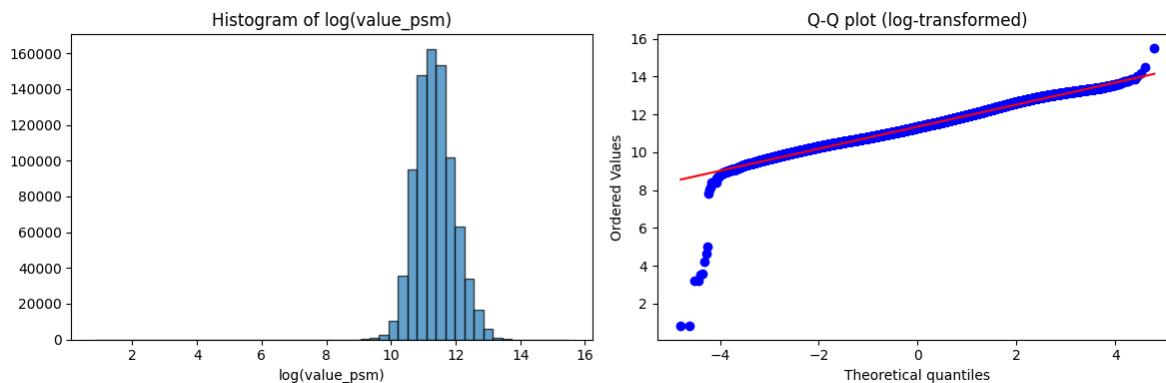


Рис. 2 – Графическая проверка нормальности распределения

Источник: расчеты автора

Как видно из приведенного сравнения модельного распределения с эмпирическим: центральная часть хорошо ложится на теоретическую кривую, при этом левый хвост распределения легче, а правый напротив тяжелее модельного распределения. Для оценки «тяжести» правого хвоста дополнительно был использован метод Хилла для 10% верхних значений, оценка в соответствии с проведенным тестом $\alpha \approx 4.11$, что в целом интерпретируется как

Кроме того, в ходе обработки полученного массива данных, выявлено наличие в номерах государственной регистрации договоров залога / ипотеки номеров существенно схожих по структуре с кадастровыми номерами. При этом выборочная сверка с адресными данными объектов показывает корректность такой интерпретации. Таким образом, из регистрационных номеров, дополнительно выделены кадастровые кварталы (корректный номер извлечён для 98,3% записей, идентифицировано 56 187 уникальных кварталов). При этом анализ концентрации показал высокую степень рассредоточения портфеля:

- Процент записей, покрываемых топ-100 кадастровых кварталов: 11.50%
- Процент записей, покрываемых топ-1,000 кадастровых кварталов: 35.52%

- Процент записей, покрываемых топ-2,000 кадастровых кварталов: 46.56%
- Процент записей, покрываемых топ-2,000 кадастровых кварталов: 64.32%
- Процент записей, покрываемых топ-2,000 кадастровых кварталов: 78.64%

Также, в ходе проведения анализа составлены перечни кварталов-лидеров по числу записей, средней удельной цене.



Рис. 3 – Топ-10 кадастровых кварталов по количеству записей и средней стоимости 1 кв. м

Источник: расчеты автора

Проведенный анализ в целом подтверждает гипотезу о наличии более тяжелого хвоста распределения оценочной стоимости по сравнению с нормальным, а анализ территориального распределения объектов – относительно невысокую концентрацию портфеля. Полученные результаты формируют основу для последующего пространственного моделирования и углублённого применения методов машинного обучения в управлении портфелем, при этом фокусом дальнейшей работы для более всестороннего раскрытия потенциала указанных методов, должны стать:

- Более глубокое изучение параметров «хвостов» распределения оценочной стоимости;

- Обогащение данных, наполнение массива данных потенциальными драйверами стоимости (к примеру, путем дополнения социально-экономическими переменными);
- Более глубокий пространственный анализ и визуализация параметров портфеля (к примеру, с обогащением данных с использованием Национальной системы пространственных данных, расчет координат центроидов кварталов и пр.);
- Кластеризация портфеля по различным признакам;
- Потенциально, также более глубокий анализ параметров просроченных платежей (что напрямую может не относиться к анализу стоимости портфеля, однако может являться косвенным предиктором его будущих значений).

Проведенный анализ, таким образом, позволяет говорить о принципиальной возможности использования ИИ и машинного обучения при оценке и управлении портфелями недвижимости, однако он охватывает в основном начальные этапы анализа в соответствии с методологией CRISP-DM (постановка задачи, подготовка данных, первоначальное понимание параметров распределения и других характеристик), который планируется развивать в последующих публикациях.

Библиографический список:

1. Аузан, А. А. «Эффект колеи». Проблема зависимости от траектории предшествующего развития - эволюция гипотез / А. А. Аузан // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2015. – № 1. – С. 3-17. – EDN TJOVMI.
2. Грибовский, С.В. Применение численного метода для расчета корректировок цен объектов-аналогов в рамках сравнительного подхода / С.В. Грибовский // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2023. – № 5(260). – С. 9-17. – EDN OCCSII.
3. Грибовский, С.В. К вопросу об объектах и методах кадастровой оценки недвижимого имущества для целей налогообложения / С.В. Грибовский //

Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2024. – № 4(271). – С. 8-13. – EDN JUSHUL.

4. Корекова, М.А. Динамическая нейросетевая система оценки вторичного рынка жилой недвижимости города Екатеринбурга / М. А. Корекова, Е.А. Нилидина, Л.Н. Ясницкий // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века : Сборник статей по материалам Четвертой всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Пермского естественнонаучного форума «Математика и глобальные вызовы XXI века», Пермь, 21–23 мая 2019 года. Том Часть I. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. – С. 102-111. – EDN VWGMXX.

5. Минин, А. С. Динамическая нейросетевая система оценки вторичного рынка жилой недвижимости Нижнего Новгорода / А. С. Минин, Л. Н. Ясницкий // Интеллектуальные системы в науке и технике. Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века : Сборник статей по материалам Международной конференции и Шестой всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 12–18 октября 2020 года / Под редакцией Л.Н. Ясницкого. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 393-401. – EDN PNBHQD.

6. Методология массовой оценки квартир для налогообложения / С.В. Грибовский, М.А. Федотова, Г.М. Стерник, Д.Б. Житков // Бюллетень финансовой информации. – 2005. – № 1(116). – С. 14-29. – EDN VAQPOD.

7. Создание самоадаптируемой к пространству и времени интеллектуальной системы массовой оценки и прогнозирования стоимости городской недвижимости / В. Л. Ясницкий, А. О. Алексеев, И. Е. Алексеева, Л.Н. Ясницкий // Нейрокомпьютеры и их применение : XVIII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов, Москва, 17 марта 2020 года. – Москва: Московский государственный психолого-педагогический университет, 2020. – С. 295-297. – EDN DWUUZK.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021663116 Российская Федерация. Самоадаптируемая к пространству и времени интеллектуальная система массовой оценки и прогнозирования стоимости объектов недвижимости городов РФ : № 2021662249 : заявл. 02.08.2021 : опубл. 11.08.2021 / Л. Н. Ясницкий, И. Н. Нуруллин ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет». – EDN TWWVYN.

9. Стерник, Г. М. Актуальные проблемы теории и практики массовой оценки недвижимости для целей налогообложения / Г. М. Стерник, С. Г. Стерник // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2010. – № 10(109). – С. 47-57. – EDN MVFTNT.

10. Стерник, С.Г. Массовая оценка недвижимости для целей налогообложения: проблемы и пути их решения / С. Г. Стерник, Г. М. Стерник, К. С. Лапко // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2010. – № 13(37). – С. 16-29. – EDN MUQMMR.

11. Стерник, С. Г. Методология дискретного пространственно-параметрического моделирования рынков недвижимости / С. Г. Стерник // Прикладная математика и вопросы управления. – 2020. – № 4. – С. 155-185. – DOI 10.15593/2499-9873/2020.4.10. – EDN MLDHOF.

12. Стерник, С. Г. Сущность методологии дискретного пространственно-параметрического моделирования рынка (ДППМ) для массовой оценки недвижимости / С. Г. Стерник // Стоимость собственности: оценка и управление: материалы Одиннадцатой международной научно-методической конференции, Москва, 20 ноября 2019 года. – Москва: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2019. – С. 100-105. – EDN VKRRAY.

13. Стерник, С. Г. Постановка научной проблемы стоимостного управления портфелем корпоративной недвижимости / С. Г. Стерник, Г. В. Телешев, А. А. Фещенко // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования

РАН. – 2021. – Т. 19. – С. 284-303. – DOI 10.47711/2076-318-2021-284-303. – EDN VKNRHP.

14. Федотова, М. А. Методология управления портфелем недвижимости в составе собственного капитала и активов банка / М. А. Федотова, С. Г. Стерник, Г. В. Телешев // Управленческие науки. – 2015. – Т. 5, № 4. – С. 62-70. – EDN VPNGKT.

15. Федотова, М. А. Актуальные проблемы оценки портфеля корпоративной недвижимости / М. А. Федотова, С. Г. Стерник, Ф. А. Латкин // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2017. – № 2(185). – С. 88-95. – EDN XVKYVZ.

16. Шукшина, М. И. Разработка и применение комплексных нейросетевых моделей массовой оценки и прогнозирования стоимости частных домов на примере рынков недвижимости Пермского края / М.И. Шукшина, Л.Н. Ясницкий // Интеллектуальные системы в науке и технике. Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века : Сборник статей по материалам Международной конференции и Шестой всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 12–18 октября 2020 года / Под редакцией Л.Н. Ясницкого. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 320-329. – EDN BWGAFH.

17. Экономико-математические модели оценки недвижимости / С.В. Грибовский, М.А. Федотова, Г.М. Стерник, Д.Б. Житков // Финансы и кредит. – 2005. – № 3(171). – С. 24-43. – EDN HVFKZV.

18. Ясницкий, Л. Н. Интеллектуальная адаптивная система массовой оценки и сценарного прогнозирования рыночной стоимости жилого недвижимого имущества / Л. Н. Ясницкий, А. О. Алексеев, В. Л. Ясницкий // Нейрокомпьютеры и их применение : XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов, Москва, 19 марта 2019 года. – Москва: Московский государственный психолого-педагогический университет, 2019. – С. 410-412. – EDN SKQKBT.

19. Ясницкий, Л.Н. Моделирование рынков жилой недвижимости крупнейших городов России / Л. Н. Ясницкий, В. Л. Ясницкий, А. О. Алексеев // Экономика региона. – 2022. – Т. 18, № 2. – С. 609-622. – DOI 10.17059/ekon.reg.2022-2-22. – EDN ZVOZAX.

20. Ясницкий, Л. Н. Поучительное прошлое, блестящее настоящее и сомнительное будущее искусственного интеллекта / Л. Н. Ясницкий // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: Сборник статей по материалам Третьей всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Пермского естественнонаучного форума «Математика и глобальные вызовы XXI века», Пермь, 14–18 мая 2018 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – С. 9-13. – EDN UWJHGA.

21. Absalom E. Ezugwu, Japie Greeff, Yuh-Shan Ho, A comprehensive study of groundbreaking machine learning research: Analyzing highly cited and impactful publications across six decades, Journal of Engineering Research, Volume 13, Issue 1, 2025, Pages 371-383, ISSN 2307-1877, <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.10.027>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2307187723002882>

22. Adediran AO, Mohd Aini A, Ajibade SM (2025;), «Adoption of artificial intelligence in property management transactions: a systematic review and trend analysis». Property Management, Vol. ahead-of-print № ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/PM-02-2025-0007>

23. Ali, W., Samarasinghe, D. A. S., Feng, Z., & Rotimi, J. O. B. (2025). Assessing AI Techniques for Precision in Property Valuation: A Systematic Review of the Four Valuation Methods. CIB Conferences, 1(1). <https://doi.org/10.7771/3067-4883.1790>

24. Alsahan, I. M., & AlZaidan, Z. I. (2024). Unleashing the Power of Artificial Intelligence in Real Estate Valuation: Opportunities and Challenges Ahead. Journal of Artificial Intelligence General Science (JAIGS) ISSN:3006-4023, 3(1), 89–96. <https://doi.org/10.60087/jaigs.v3i1.69>

25. BABTAN, S. I. (2025). Reforming Real Estate Valuation for Financial Auditors With AI: An In-Depth Exploration of Current Methods and Future Directions. *Audit Financiar*, 23(177), 180–196. <https://doi.org/10.20869/auditf/2025/177/005>
26. Cheung, K. S. (2024). Real Estate Insights: Establishing transparency – setting AI standards in property valuation. *Journal of Property Investment and Finance*, 42(4), 406–408. <https://doi.org/10.1108/JPIF-04-2024-0050>
27. Cheung, K. S. (2024). Real Estate Insights Unleashing the potential of ChatGPT in property valuation reports: the «Red Book» compliance Chain-of-thought (CoT) prompt engineering. *Journal of Property Investment and Finance*, 42(2), 200–206. <https://doi.org/10.1108/JPIF-06-2023-0053>
28. Delipetrev, Blagoj; Tsinaraki, Chrisa & Kostić, Uroš. Ai Watch: Historical Evolution of Artificial Intelligence: Analysis of the Three Main Paradigm Shifts in AI, report, 2020; Luxembourg. (<https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/meta-dc2289480/>: accessed April 6, 2026), University of North Texas Libraries, UNT Digital Library, <https://digital.library.unt.edu>; crediting UNT Libraries Government Documents Department.
29. de la Cal, A. S., Raya, A. M., & Morales-Alonso, G. (2025). Mapping the role of Artificial Intelligence in real estate: A bibliometric and case study analysis. *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation*, 21(3), 5–23. <https://doi.org/10.7341/20252131>
30. Dwivedi, D. (2026, March 31). Agentic AI and the future of artificial general intelligence: A study on how goal-oriented autonomous agents contribute to the development of more human-like intelligence, reasoning, and decision-making abilities. *Journal of Integrative Science and Societal Impact*, *2*(1), 72–79. <https://doi.org/10.29121/JISSI.v2.i1.2026.44>
31. Eamonn D’Arcy, 2007. «Path Dependence Concepts and the Real Estate Market: An Assessment of the Significance of Lock-in and History», ERES eres2007_242, European Real Estate Society (ERES). URL: https://ideas.repec.org/p/arz/wpaper/eres2007_242.html

32. Fernandes, A.A.A., Koehler, M., Konstantinou, N. et al. Data Preparation: A Technological Perspective and Review. SN COMPUT. SCI. 4, 425 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42979-023-01828-8>
33. Jafary, P., Shojaei, D., Rajabifard, A., & Ngo, T. (2024). Automating property valuation at the macro scale of suburban level: A multi-step method based on spatial imputation techniques, machine learning and deep learning. Habitat International, 148. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2024.103075>
34. Kim, W. S., Choi, I., & Lee, M. (2025). EXPLAINABLE AI-BASED MASS APPRAISAL: INSIGHTS FROM MACHINE LEARNING APPLICATIONS IN KOREA'S RESIDENTIAL PROPERTY MARKET. International Journal of Strategic Property Management, 29(5), 350–376. <https://doi.org/10.3846/ijspm.2025.25137>
35. Lalum, Avraham, Río, Lorena Caridad López del and Villamandos, Nuria Ceular, (2025), Multi-Dimensional AI-Based Modeling of Real Estate Investment Risk: A Regulatory and Explainable Framework for Investment Decisions, *Mathematics*, 13, issue 21, p. 1-66, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:gam:jmathe:v:13:y:2025:i:21:p:3413-d:1780157>.
36. Muzahem Alsahan, I., & Ibraheem AlZaidan, Z. (2024). Unleashing the Power of Artificial Intelligence in Real Estate Valuation: Opportunities and Challenges Ahead. Journal of Knowledge Learning and Science Technology ISSN: 2959-6386 (Online), 3(2), 1–10. <https://doi.org/10.60087/jklst.vol3.n2.p10>
37. Pollestad, A. J., & Oust, A. (2025). Harnessing uncertainty: a new approach to real estate investment decision support. Quantitative Finance, 25(11), 1771–1788. <https://doi.org/10.1080/14697688.2025.2468269>
38. Simon Rodriguez, Tim Hwang, and Rebecca Gelles, «Comparing Corporate and University Publication Activity in AI/ML» (Center for Security and Emerging Technology, January 2021). URL: <https://doi.org/10.51593/20200067>
39. Topraklı, A. Y. (2025). AI-driven valuation: a new era for real estate appraisal. Journal of European Real Estate Research, 18(1), 105–120. <https://doi.org/10.1108/JERER-04-2024-0031>

References:

1. Auzan, A. A. «The track effect2. The problem of dependence on the trajectory of previous development - the evolution of hypotheses / A. A. Auzan // Bulletin of the Moscow University. Series 6: Economics. – 2015. – № 1. – pp. 3-17. – EDN TJOVMJ.
2. Gribovsky, S.V. Application of the numerical method for calculating price adjustments of analogous objects within the framework of a comparative approach / S.V. Gribovsky // Property relations in the Russian Federation. – 2023. – № 5(260). – Pp. 9-17. – EDN OCCSII.
3. Gribovsky, S.V. On the issue of objects and methods of cadastral valuation of real estate for tax purposes / S.V. Gribovsky // Property relations in the Russian Federation. – 2024. – № 4(271). – Pp. 8-13. – EDN JUSHUL.
4. Korekova, M.A. Dynamic neural network system for assessing the secondary residential real estate market in Yekaterinburg / M. A. Korekova, E.A. Nilidina, L.N. Yasnitsky // Artificial intelligence in solving urgent social and economic problems of the 21st century : A collection of articles based on the materials of the Fourth All-Russian scientific and practical conference held within the framework of the Perm Natural Science Forum «Mathematics and global Challenges of the 21st century», Perm, May 21-23, 2019. Volume Part I. Perm: Perm State National Research University, 2019. pp. 102-111. EDN VWGMXX.
5. Minin, A. S. Dynamic neural network system for assessing the secondary residential real estate market in Nizhny Novgorod / A. S. Minin, L. N. Yasnitsky // Intelligent systems in science and technology. Artificial intelligence in solving urgent social and economic problems of the 21st century : A collection of articles based on the materials of the International Conference and the Sixth All-Russian Scientific and Practical Conference, Perm, October 12-18, 2020 / Edited by L.N. Yasnitsky. Perm: Perm State National Research University, 2020. pp. 393-401. EDN PNBHQD.
6. Methodology of mass assessment of apartments for taxation / S.V. Gribovsky, M.A. Fedotova, G.M. Sternik, D.B. Zhitkov // Bulletin of financial information. – 2005. – № 1(116). – Pp. 14-29. – EDN VAQPOD.

7. Create semi adaptive to space and time intelligent systems mass evaluation and prediction of the value of city real estate / L. V. Yasnitsky, A. O. Alekseev, I. E. Alekseev, L. N. Yasnitsky // Neurocomputers and their applications : The XVIII All-Russian Scientific Conference. Abstracts of reports, Moscow, March 17, 2020. – Moscow: Moscow State Psychological and Pedagogical University, 2020. – pp. 295-297. – EDN DWUUZK.

8. Certificate of state registration of the computer program № 2021663116 Russian Federation. Self-adapting to space and time intelligent system of mass assessment and forecasting of the value of real estate in cities of the Russian Federation : № 2021662249 : application 08/02/2021 : published 08/11/2021 / L. N. Yasnitskiy, I. N. Nurullin ; applicant Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Perm State National Research University». – EDN TWWVYN.

9. Sternik, G. M. Actual problems of theory and practice of mass valuation of real estate for tax purposes / G. M. Sternik, S. G. Sternik // Property relations in the Russian Federation. – 2010. – № 10(109). – Pp. 47-57. – EDN MVFTNT.

10. Sternik, S.G. Mass valuation of real estate for tax purposes: problems and solutions / S. G. Sternik, G. M. Sternik, K. S. Lapko // Financial analytics: problems and solutions. – 2010. – № 13(37). – Pp. 16-29. – EDN MUQMMR.

11. Sternik, S. G. Methodology of discrete spatial parametric modeling of real estate markets / S. G. Sternik // Applied mathematics and management issues. – 2020. – № 4. – pp. 155-185. – DOI 10.15593/2499-9873/2020 .4.10. – EDN MLDHOF.

12. Sternik, S. G. The essence of the methodology of discrete spatial parametric market modeling (DPPM) for mass valuation of real estate / S. G. Sternik // Property value: valuation and management: proceedings of the Eleventh International Scientific and Methodological Conference, Moscow, November 20, 2019. – Moscow: Moscow Financial and Industrial University «Synergy», 2019. – pp. 100-105. – EDN VKRRAY.

13. Sternik, S. G. Formulation of the scientific problem of cost management of the corporate real estate portfolio / S. G. Sternik, G. V. Teleshev, A. A. Feshchenko // Scientific papers: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy

of Sciences. – 2021. – Vol. 19. – pp. 284-303. – DOI 10.47711/2076-318-2021-284-303. – EDN VKNRHP.

14. Fedotova M. A., Sternik S. G., Teleshev G. V. Methodology of real estate portfolio management as part of the bank's equity and assets // Managerial Sciences. – 2015. – Vol. 5, № 4. – pp. 62-70. – EDN VPNGKT.

15. Fedotova, M. A. Actual problems of corporate real estate portfolio assessment / M. A. Fedotova, S. G. Sternik, F. A. Latkin // Property relations in the Russian Federation. – 2017. – № 2(185). – Pp. 88-95. – EDN XVKYVZ.

16. Shukshina, M. I. Development and application of complex neural network models of mass valuation and forecasting of the cost of private homes on the example of real estate markets in the Perm region / M.I. Shukshina, L.N. Yasnitsky // Intelligent systems in science and technology. Artificial intelligence in solving urgent social and economic problems of the 21st century : A collection of articles based on the materials of the International Conference and the Sixth All-Russian Scientific and Practical Conference, Perm, October 12-18, 2020 / Edited by L.N. Yasnitsky. Perm: Perm State National Research University, 2020. pp. 320-329. - EDN BWGAFH.

17. Economic and mathematical models of real estate valuation / S.V. Gribovsky, M.A. Fedotova, G.M. Sternik, D.B. Zhitkov // Finance and credit. – 2005. – № 3(171). – Pp. 24-43. – EDN HVFKZV.

18. Yasnitskiy, L. N. Intelligent adaptive system of mass assessment and scenario forecasting of the market value of residential real estate / L. N. Yasnitskiy, A. O. Alekseev, V. L. Yasnitskiy // Neurocomputers and their applications : The XVII All-Russian Scientific Conference. Abstracts of reports, Moscow, March 19, 2019. – Moscow: Moscow State Psychological and Pedagogical University, 2019. – pp. 410-412. – EDN CKQKBT.

19. Yasnitskiy, L.N. Modeling of residential real estate markets in the largest cities of Russia / L. N. Yasnitskiy, V. L. Yasnitskiy, A. O. Alekseev // The economy of the region. – 2022. – Vol. 18, № 2. – pp. 609-622. – DOI 10.17059/ekon.reg.2022-2-22. – EDN ZVOZAX.

20. Yasnitsky, L. N. The instructive past, the brilliant present and the dubious future of artificial intelligence / L. N. Yasnitsky // Artificial intelligence in solving urgent social and economic problems of the 21st century: A collection of articles based on the materials of the Third All-Russian scientific and practical Conference held within the framework of the Perm Natural Science Forum «Mathematics and global Challenges of the 21st century», Perm, May 14-18, 2018. Perm: Perm State National Research University, 2018. pp. 9-13. - EDN UWJHGA.

21. Absalom E. Ezugwu, Japie Greeff, Yuh-Shan Ho, A comprehensive study of groundbreaking machine learning research: Analyzing highly cited and impactful publications across six decades, Journal of Engineering Research, Volume 13, Issue 1, 2025, Pages 371-383, ISSN 2307-1877, <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.10.027>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2307187723002882>

22. Adediran AO, Mohd Aini A, Ajibade SM (2025;), «Adoption of artificial intelligence in property management transactions: a systematic review and trend analysis». Property Management, Vol. ahead-of-print № ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/PM-02-2025-0007>

23. Ali, W., Samarasinghe, D. A. S., Feng, Z., & Rotimi, J. O. B. (2025). Assessing AI Techniques for Precision in Property Valuation: A Systematic Review of the Four Valuation Methods. CIB Conferences, 1(1). <https://doi.org/10.7771/3067-4883.1790>

24. Alsahan, I. M., & AlZaidan, Z. I. (2024). Unleashing the Power of Artificial Intelligence in Real Estate Valuation: Opportunities and Challenges Ahead. Journal of Artificial Intelligence General Science (JAIGS) ISSN:3006-4023, 3(1), 89–96. <https://doi.org/10.60087/jaigs.v3i1.69>

25. BABTAN, S. I. (2025). Reforming Real Estate Valuation for Financial Auditors With AI: An In-Depth Exploration of Current Methods and Future Directions. Audit Financiar, 23(177), 180–196. <https://doi.org/10.20869/auditf/2025/177/005>

26. Cheung, K. S. (2024). Real Estate Insights: Establishing transparency – setting AI standards in property valuation. Journal of Property Investment and Finance, 42(4), 406–408. <https://doi.org/10.1108/JPIF-04-2024-0050>

27. Cheung, K. S. (2024). Real Estate Insights Unleashing the potential of ChatGPT in property valuation reports: the «Red Book» compliance Chain-of-thought (CoT) prompt engineering. *Journal of Property Investment and Finance*, 42(2), 200–206. <https://doi.org/10.1108/JPIF-06-2023-0053>
28. Delipetrev, Blagoj; Tsinaraki, Chrisa & Kostić, Uroš. Ai Watch: Historical Evolution of Artificial Intelligence: Analysis of the Three Main Paradigm Shifts in AI, report, 2020; Luxembourg. (<https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/meta-dc2289480/>: accessed April 6, 2026), University of North Texas Libraries, UNT Digital Library, <https://digital.library.unt.edu>; crediting UNT Libraries Government Documents Department.
29. de la Cal, A. S., Raya, A. M., & Morales-Alonso, G. (2025). Mapping the role of Artificial Intelligence in real estate: A bibliometric and case study analysis. *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation*, 21(3), 5–23. <https://doi.org/10.7341/20252131>
30. Dwivedi, D. (2026, March 31). Agentic AI and the future of artificial general intelligence: A study on how goal-oriented autonomous agents contribute to the development of more human-like intelligence, reasoning, and decision-making abilities. *Journal of Integrative Science and Societal Impact*, *2*(1), 72–79. <https://doi.org/10.29121/JISSI.v2.i1.2026.44>
31. Eamonn D’Arcy, 2007. «Path Dependence Concepts and the Real Estate Market: An Assessment of the Significance of Lock-in and History», ERES eres2007_242, European Real Estate Society (ERES). URL: https://ideas.repec.org/p/arz/wpaper/eres2007_242.html
32. Fernandes, A.A.A., Koehler, M., Konstantinou, N. et al. Data Preparation: A Technological Perspective and Review. *SN COMPUT. SCI.* 4, 425 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42979-023-01828-8>
33. Jafary, P., Shojaei, D., Rajabifard, A., & Ngo, T. (2024). Automating property valuation at the macro scale of suburban level: A multi-step method based on spatial imputation techniques, machine learning and deep learning. *Habitat International*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2024.103075>

34. Kim, W. S., Choi, I., & Lee, M. (2025). EXPLAINABLE AI-BASED MASS APPRAISAL: INSIGHTS FROM MACHINE LEARNING APPLICATIONS IN KOREA'S RESIDENTIAL PROPERTY MARKET. *International Journal of Strategic Property Management*, 29(5), 350–376. <https://doi.org/10.3846/ijspm.2025.25137>
35. Lalum, Avraham, Río, Lorena Caridad López del and Villamandos, Nuria Ceular, (2025), Multi-Dimensional AI-Based Modeling of Real Estate Investment Risk: A Regulatory and Explainable Framework for Investment Decisions, *Mathematics*, 13, issue 21, p. 1-66, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:gam:jmathe:v:13:y:2025:i:21:p:3413-d:1780157>.
36. Muzahem Alsahan, I., & Ibraheem AlZaidan, Z. (2024). Unleashing the Power of Artificial Intelligence in Real Estate Valuation: Opportunities and Challenges Ahead. *Journal of Knowledge Learning and Science Technology* ISSN: 2959-6386 (Online), 3(2), 1–10. <https://doi.org/10.60087/jklst.vol3.n2.p10>
37. Pollestad, A. J., & Oust, A. (2025). Harnessing uncertainty: a new approach to real estate investment decision support. *Quantitative Finance*, 25(11), 1771–1788. <https://doi.org/10.1080/14697688.2025.2468269>
38. Simon Rodriguez, Tim Hwang, and Rebecca Gelles, «Comparing Corporate and University Publication Activity in AI/ML» (Center for Security and Emerging Technology, January 2021). URL: <https://doi.org/10.51593/20200067>
39. Topraklı, A. Y. (2025). AI-driven valuation: a new era for real estate appraisal. *Journal of European Real Estate Research*, 18(1), 105–120. <https://doi.org/10.1108/JERER-04-2024-0031>

Для цитирования: Телешев Г.В., Оценка и управление портфелями недвижимости различного назначения с применением методов машинного обучения и искусственного интеллекта / Российский экономический интернет-журнал. – 2026. – № 2. URL:

© Телешев Г.В., Российский экономический интернет-журнал 2026, № 2