

Учет шумового воздействия в кадастровой оценке недвижимости

Литературный обзор

Учет шумового воздействия в кадастровой оценке недвижимости

2024

Аннотация

Шумовое воздействие относится к экологическим факторам, которые могут отражаться в рыночных ценах недвижимости, однако его непосредственная интеграция в массовую кадастровую оценку остается методически недостаточно разработанной. Цель обзора состоит в систематизации подходов к измерению влияния транспортного и авиационного шума на стоимость жилья и в оценке их применимости для кадастрового моделирования. Рассмотрены гедонические модели цен, модели городской земельной ренты, методы денежной оценки экологических внешних эффектов, пространственный анализ, инструментальные переменные и алгоритмы машинного обучения. Исследования в целом указывают на отрицательную связь между интенсивностью шума и стоимостью жилой недвижимости, но величина эффекта зависит от источника воздействия, характеристик объекта, пространственного контекста, шумоизоляции и информированности участников рынка. Машинное обучение повышает прогнозную точность при работе с нелинейными зависимостями и большими массивами данных, но не устраняет проблему интерпретируемости стоимостного эффекта шума. Основной исследовательский пробел связан с отсутствием устойчивой пространственно согласованной модели массовой кадастровой оценки, которая одновременно учитывала бы акустические показатели, рыночную капитализацию внешнего эффекта, неоднородность территорий и требования к объяснимости результатов.

Ключевые слова: кадастровая оценка, рыночная стоимость, шумовое воздействие, гедоническая модель, экологические внешние эффекты, пространственный анализ, машинное обучение, массовая оценка.

Значение учета шумового воздействия в кадастровой оценке

Шум в задачах оценки недвижимости целесообразно рассматривать не как внешний фон, а как характеристику территории, способную капитализоваться в цене жилья. Покупатель сопоставляет не только площадь, состояние и расположение объекта, но и совокупность преимуществ и неудобств местоположения. Если два объекта обладают близкими структурными характеристиками, различия в транспортной доступности, интенсивности движения или акустической нагрузке могут формировать различающиеся рыночные цены. Именно эта логика лежит в основе гедонического подхода, при котором цена рас-

считается как агрегированный результат оценки отдельных свойств объекта и его окружения.

Эмпирические исследования транспортного шума показывают, что такой эффект может быть экономически заметным. В исследовании рынка отдельно стоящих домов сильный транспортный шум был связан с предполагаемым снижением стоимости жилья примерно на 30%; приведенный расчетный пример показывает изменение цены с 975 000 до приблизительно 650 000 шведских крон для дома, расположенного рядом с дорогой с высоким уровнем шума. Этот результат относится к конкретному рынку и объектному типу, поэтому не может механически переноситься на другие территории, но он демонстрирует принципиальную значимость акустического фактора для ценового анализа. [1]

Для кадастровой оценки важна граница между рыночным измерением ущерба и административным использованием модели. Рыночная модель оценивает, как участники конкретного рынка реагируют на наблюдаемые характеристики объектов. Кадастровая стоимость, напротив, должна обеспечивать сопоставимость результатов для большого числа объектов и устойчивость оценки в пространстве. Поэтому коэффициент, полученный на локальном рынке, не следует непосредственно превращать в универсальную поправку: требуется проверить, сохраняется ли связь между шумом и ценой при изменении типа застройки, доходов населения, качества дорожной инфраструктуры и других факторов.

Дополнительное значение имеет пространственная неоднородность. Транспортный шум одновременно связан с доступностью, занятостью, интенсивностью городской активности и характеристиками района. Рост занятости, например, может повышать стоимость недвижимости и расширять доступ к профессиональным возможностям, тогда как близость к транспортному источнику способна снижать привлекательность проживания. [2] Следовательно, оценка шума должна отделять отрицательный внешний эффект от положительных эффектов доступности и экономической активности, иначе модель может приписать шуму влияние связанных с ним пространственных факторов.

Настоящий обзор ограничен подходами, применимыми к оценке влияния транспортного и авиационного шума на жилую недвижимость, денежному измерению экологических внешних эффектов и развитию инструментов массовой оценки. Медицинские исследования используются только для объяснения общественной значимости шумового воздействия и ограничений его измерения, но не как самостоятельное направление кадастрового анализа.

Ключевые понятия и постановка проблемы

Кадастровая стоимость представляет собой результат нормативно организованной массовой оценки, тогда как рыночная стоимость отражает предполагаемую цену объекта в условиях конкретного рынка и при определенных допущениях о поведении продавцов и покупателей. Эти величины могут быть связаны, но не являются тождественными. Рыночные сделки служат эмпирической основой для кадастровых моделей, однако административная оценка требует стандартизированных процедур, пространственной согласованности и контроля воспроизводимости.

Гедоническая капитализация экологического внешнего эффекта означает, что неудобство, не имеющее самостоятельной рыночной цены, проявляется через изменение цены объекта, в окружении которого оно наблюдается. В этом смысле шумовой дисконт отражает не весь общественный ущерб, а ту его часть, которую участники рынка воспринимают, учитывают в решениях и способны выразить через цену сделки. Денежная оценка нематериального ущерба шире: она может включать остаточные неудобства, не объясняемые различиями цен на жилье.

Различие между этими компонентами особенно заметно в исследованиях авиационного шума. Для территорий около аэропорта Амстердама денежная стоимость ущерба оце-

нивалась как сумма различий в ценах жилья и остаточного компонента затрат, определяемого с помощью опросов об удовлетворенности жизнью. Такой подход показывает, что наблюдаемая цена может не полностью отражать субъективные неудобства домохозяйств. Размер компенсационной оценки, в свою очередь, зависит от объективного уровня шума, дохода домохозяйства, степени учета шумовых различий в ценах и наличия шумоизоляции. [3]

Шум может описываться несколькими группами признаков: уровнем и временным режимом воздействия, источником, расстоянием до дороги или аэропорта, положением объекта относительно транспортного коридора, а также особенностями здания и его акустической защиты. Авиационный и дорожный шум нельзя считать взаимозаменяемыми: они различаются по характеру событий, частоте пиковых воздействий и пространственной конфигурации. Модель городской земельной ренты, расширенная включением авиационного шума как негативного фактора наряду с транспортной экономией, была проверена на двух контрастных территориях около лондонского аэропорта Хитроу — относительно тихой и расположенной под траекторией полетов. [4]

Важна и информационная сторона ценообразования. Наблюдаемая цена зависит не только от фактического риска или уровня воздействия, но и от того, знают ли о нем покупатели. Исследование раскрытия информации об экологических рисках показало, что публикация сведений о зонах затопления сопровождалась снижением цен на жилье в таких зонах на 4%. Авторы также указывают, что информационная асимметрия может искажать гедонические цены и ослаблять их интерпретацию как предельной стоимости экологического блага. Хотя этот результат относится к иному виду экологического риска, он важен для шумовой оценки: цена может измениться после появления карт, уведомлений или иных источников информации о воздействии. [5]

Общественная значимость шума не сводится к тому, что непосредственно наблюдается на рынке жилья. Систематический обзор 74 внелабораторных исследований показал связь между транспортным шумом и нарушениями сна, однако сила результата зависела от формулировки вопросов и типа исхода. При увеличении ночного уровня L_{night} на 10 дБ вероятность выраженного нарушения сна возрастала для авиационного шума до OR 1,94, дорожного — до OR 2,13, железнодорожного — до OR 3,06, когда в опросе прямо упоминался шум. [6] Эти данные подтверждают общественную значимость воздействия, но не позволяют автоматически преобразовать медицинские последствия в кадастровую поправку.

Ограничения измерения проявляются и в исследованиях слуховой системы. Экспериментальные данные показывают, что после временного восстановления порогов слуха может сохраняться утрата афферентных нервных окончаний и развиваться отсроченная дегенерация кохлеарного нерва. [7] Для кадастрового анализа это означает, что объективно измеряемый акустический показатель и наблюдаемая реакция рынка являются разными уровнями описания воздействия; ни один из них не следует считать полным измерителем совокупного ущерба.

Основные направления исследований

Исследовательское поле складывается из четырех взаимосвязанных направлений. Первое связано с гедоническими моделями и моделями городской ренты, второе — с непосредственной оценкой ценового дисконта от транспортного и авиационного шума, третье — с денежной оценкой экологических внешних эффектов, а четвертое — с применением пространственных данных и машинного обучения для массового прогнозирования. Их развитие отражает переход от простой фиксации различий цен к моделям, способным учитывать неоднородность территорий, качество информации и нелинейные зависимости.

Гедонические модели сохраняют центральное значение, поскольку позволяют интерпретировать коэффициент при шумовом признаке как условную оценку его капитализации при фиксированных характеристиках объекта и местоположения. Исследования транспортного шума в Кито используют гедонический метод и стратегию инструментальных переменных для контроля пространственно связанных пропущенных факторов. Сходная логика применяется при сопоставлении объектов со структурно близкими характеристиками, но разным уровнем воздействия. [8]

Модели городской ренты расширяют эту логику за пределы отдельных характеристик дома. В работе по авиационному шуму негативный фактор включается в модель рядом с транспортной экономией, что позволяет рассматривать шум как свойство пространственного положения объекта. Такой подход особенно важен для кадастровой оценки, поскольку административная модель должна учитывать не только индивидуальные характеристики здания, но и положение объекта в системе городской доступности и экологических ограничений. [4]

Третье направление трактует шум как часть экологической внешней среды и стремится выразить ее последствия в денежной форме. Модель, примененная к шуму от движения по объездной дороге Неаполя, предназначена для оценки экономических и неэкономических эффектов инфраструктурных мероприятий до их реализации и после нее. Ее значение для кадастровой оценки состоит не в готовой универсальной формуле, а в демонстрации связи между инфраструктурным решением, изменением среды и ценами недвижимости. [9]

Четвертое направление связано с большими данными. Обзор 124 исследований по оптимизации оценки недвижимости на основе гедонической модели показывает расширение используемых источников за счет данных интернета, дистанционного зондирования и Интернета вещей; среди методов сбора выделяется веб-скрейпинг. Для учета шума это создает возможность объединять сведения о сделках, акустических картах, транспортных потоках, геометрии застройки и пространственном окружении. Однако наличие дополнительных данных само по себе не гарантирует корректного измерения эффекта.

Таксономическая матрица направлений исследований шумового воздействия в оценке недвижимости

Направление	Тип воздействия	Объект оценки	Измерение эффекта	Роль в кадастровой оценке
Гедоническая модель	Транспортный шум	Жилой объект и его характеристики	Условное изменение цены при фиксированных признаках	Интерпретируемая оценка шумового коэффициента
Модель городской ренты	Авиационный шум	Пространственное положение объекта	Соотношение транспортной экономии и отрицательного внешнего эффекта	Учет шума в пространственной структуре стоимости
Денежная оценка внешних эффектов	Инфраструктурный и транспортный шум	Территория и группа объектов	Различия цен и остаточный нематериальный компонент	Оценка последствий инфраструктурных решений

Направление	Тип воздействия	Объект оценки	Измерение эффекта	Роль в кадастровой оценке
Большие данные и машинное обучение	Комбинированные пространственные воздействия	Массовый массив объектов	Прогноз цены, нелинейные зависимости и пространственная неоднородность	Повышение точности при сохранении контроля объяснимости

Методы и доказательная база

Традиционная гедоническая модель обеспечивает наиболее прямую связь между наблюдаемой ценой и характеристикой шума. Ее преимущество заключается в содержательной интерпретируемости: при корректной спецификации можно оценивать условную связь между уровнем воздействия и стоимостью объекта. Основная трудность состоит в отделении шума от пространственно связанных факторов — транспортной доступности, качества района, типа землепользования и социально-экономического состава населения.

Для уменьшения риска смещения применяются инструментальные переменные, пространственные модели и сопоставление объектов. В исследовании транспортного шума в Кито использовалась стратегия инструментальных переменных для контроля пропущенных пространственных факторов. Дополнительная процедура сопоставляла недвижимость в зонах смешанного землепользования с объектами непосредственно за ними в пределах 20-метровой буферной зоны, используя сходство структурных характеристик при разных уровнях воздействия. [8] Такие решения повышают убедительность идентификации, но их применимость зависит от доступности детальных данных и обоснованности выбранного пространственного сравнения.

ГИС и пространственные буферы позволяют переводить акустическое воздействие в признаки, связанные с расстоянием, зоной или положением относительно источника. Однако расстояние является лишь косвенным показателем: одинаковая дистанция до дороги не означает одинаковый уровень шума при различиях в рельефе, экранах, скорости движения, интенсивности потока и ориентации здания. Поэтому кадастровая модель должна по возможности опираться на акустические показатели, а не только на геометрические расстояния.

Машинное обучение дополняет гедонические модели в тех случаях, когда взаимосвязи нелинейны и число признаков велико. Исследования показывают, что модельно-независимые и непараметрические методы способны выявлять факторы ценообразования и сложные зависимости, которые традиционная спецификация может не описать. Дополнительные признаки могут включать изображения, текстовые сведения и взаимодействия характеристик объекта, например произведение возраста здания и его площади. [11][12]

Прогнозная точность машинного обучения подтверждается на отдельных массивах данных. На 24 936 сделках с жильем алгоритмы Extra Trees, k-ближайших соседей и Random Forest прогнозировали цены точнее традиционной гедонической модели. [12] В исследовании массовой оценки квартир в Каннаме за 2006–2017 годы 72% прогнозов случайного леса находились в пределах 5% от фактической цены, тогда как для OLS этот порог достигался примерно в 17,5% случаев; среднее процентное отклонение составляло около 5,5% против почти 20% у OLS. [13] Эти результаты относятся к конкретным рынкам и наборам

данных, поэтому характеризуют потенциал метода, а не гарантированный результат для любой кадастровой системы.

Сравнение методов оценки шумового фактора

Метод	Интерпретируемость	Прогнозная гибкость	Пространственная чувствительность	Требования к данным	Пригодность для массовой оценки
Гедоническая модель	Высокая при корректной спецификации	Ограничена заданной формой зависимости	Зависит от пространственных признаков и модели ошибок	Сделки и характеристики объектов	Высокая при стабильном рынке и контроле смещений
Инструментальные переменные и сопоставление	Высокая при обоснованных предположениях	Средняя	Высокая в локальных сравнениях	Точные пространственные данные и валидный инструмент или контрольная группа	Ограниченная без масштабирования процедуры
Пространственный анализ и ГИС	Средняя или высокая	Зависит от спецификации	Высокая	Акустические карты, геометрия, транспортные и территориальные данные	Высокая при единообразии пространственных слоев
Машинное обучение	От низкой до средней без объяснения	Высокая	Высокая при наличии пространственных признаков	Большие и качественно согласованные массивы данных	Высокая для прогнозирования, требует дополнительного контроля интерпретации

Главное различие между методами состоит не в выборе единственного «лучшего» инструмента, а в соотношении задач. Машинное обучение может лучше прогнозировать цену, тогда как гедоническая модель лучше отвечает на вопрос о направлении и условной величине влияния конкретного фактора. Для кадастровой оценки, где важны одновременно точность, объяснимость и воспроизводимость, эти подходы целесообразно рассматривать как взаимодополняющие.

Синтез результатов и дискуссионные вопросы

Совокупность рассмотренных исследований поддерживает отрицательную связь между шумовым воздействием и стоимостью жилья, но не дает единого универсального коэффициента шумового дисконта. Эффект зависит от источника шума, режима воздействия,

типа объекта, территориального окружения, доходов домохозяйств, шумоизоляции и степени информированности покупателей. Поэтому корректнее говорить о контекстно обусловленной капитализации шума, а не о неизменной поправке для всех объектов.

Наиболее наглядным является различие между локальным ценовым эффектом и совокупной денежной оценкой ущерба. Гедонический анализ транспортного шума фиксирует изменение рыночной цены при заданных характеристиках жилья. Подход, основанный на удовлетворенности жизнью, добавляет остаточный компонент, который не обязательно проявляется в цене. В результате компенсационная оценка может зависеть от объективного уровня шума, дохода домохозяйства, уже учтенных рынком различий и наличия шумоизоляции. [1][3]

Различия между оценками могут возникать и из-за информационной структуры рынка. Если покупатели не знают об акустической нагрузке или не умеют сопоставить ее с последствиями проживания, наблюдаемая цена может недооценивать внешний эффект. После появления официальных сведений о риске цена способна измениться независимо от физического изменения территории. Исследование раскрытия экологической информации, выявившее снижение цен на 4% после публикации сведений о зонах затопления, иллюстрирует этот механизм, хотя прямой перенос результата на шум требует отдельной проверки. [5]

Пространственная идентификация также влияет на направление и величину оценки. Источник шума часто расположен рядом с инфраструктурой, которая одновременно повышает доступность территории. Если модель недостаточно контролирует транспортную экономию, занятость или качество услуг, отрицательный эффект шума может быть занижен или приписан другим признакам. В модели городской ренты авиационный шум поэтому рассматривается одновременно с транспортной экономией, а в гедоническом анализе используются инструментальные переменные и локальные пространственные сравнения. [4][8]

Отдельное напряжение возникает между прогнозной точностью и содержательной интерпретируемостью. Алгоритмы случайного леса и другие методы машинного обучения демонстрируют более низкие ошибки прогнозирования на отдельных рынках, однако высокая точность не означает автоматически, что модель корректно идентифицировала механизм влияния шума. Если акустический показатель коррелирует с набором пространственных признаков, алгоритм может использовать их совместно, не раскрывая, какая часть прогноза связана именно с шумом. Для кадастровой оценки это принципиально: административное решение требует не только получить цену, но и объяснить основания ее формирования.

Доказательства общественной значимости шума усиливают аргумент в пользу его учета, но одновременно показывают сложность преобразования воздействия в стоимостной показатель. Систематический обзор нарушений сна обнаружил различия между авиационным, дорожным и железнодорожным шумом, а также зависимость результатов от формулировки опроса. При увеличении $L_{\max}$ на 10 дБА вероятность пробуждения возрас- тала для всех трех источников примерно в диапазоне OR 1,35–1,36. [6] Следовательно, один усредненный показатель не обязательно адекватно отражает различные режимы воздействия.

Согласующиеся выводы, различия и условия применимости можно представить следующим образом.

Синтез результатов исследований шумового воздействия и оценки недвижимости

Согласующийся вывод	Основные различия	Условия применимости
Шум может капитализироваться в ценах жилья как отрицательный внешний эффект.	Величина дисконта различается между транспортным и авиационным шумом, рынками и типами объектов.	Необходим контроль характеристик объекта, доступности и пространственного окружения.
Пространственная структура существенно влияет на оценку эффекта.	Инструментальные переменные, буферы, модели ренты и ГИС решают разные задачи идентификации.	Требуются детальные и сопоставимые пространственные данные.
Машинное обучение может снижать ошибку прогнозирования.	Рост точности не гарантирует объяснимости влияния шумового признака.	Нужны независимая проверка, контроль качества данных и интерпретация признаков.
Рыночная цена отражает лишь часть последствий воздействия.	Нематериальные неудобства могут оцениваться отдельно через опросы и показатели благополучия.	Следует различать кадастровую стоимость, рыночный дисконт и совокупный ущерб.

Ограничения, исследовательский пробел и дальнейшие направления

Рассмотренная доказательная база лучше описывает отдельные рыночные эффекты и методические возможности, чем устойчивую систему массовой кадастровой оценки с единообразным учетом шума. Значительная часть результатов получена для конкретных городов, типов жилья и локальных рынков. Поэтому перенос коэффициентов между территориями может нарушать предпосылки сопоставимости. Кроме того, в ценах одновременно отражаются шум, транспортная доступность, качество района, социальная структура и ожидания покупателей.

Отдельное ограничение связано с качеством больших данных. Расширение числа источников и признаков может повысить информативность модели, однако неоднородное качество данных способно снижать точность оценки. Обзор исследований гедонической оценки в эпоху больших данных указывает, что увеличение объема данных и числа признаков сопровождается проблемами согласования и пока недостаточно изучено. Интеграция предобработки, пространственного моделирования, ГИС и машинного обучения потенциально повышает точность, но требует контроля происхождения, пространственного разрешения и временной сопоставимости каждого слоя данных. [10]

Нематериальные последствия также наблюдаются неполно. Рыночные цены отражают только те неудобства, которые участники рынка воспринимают и учитывают в сделках. Медицинские и социальные исследования указывают на возможные последствия, не всегда видимые в стандартных измерениях или ценах. В частности, восстановление порогов слуха после шумового воздействия не исключает отсроченного повреждения слуховой системы, а результаты исследований сна зависят от способа фиксации субъективных жалоб. [7][6]

Основной исследовательский пробел состоит в слабой представленности непосредственной интеграции шумовых показателей в массовую кадастровую оценку. Существующие

работы дают основания для включения шума в модель, демонстрируют возможности пространственной идентификации и показывают преимущества алгоритмического прогнозирования, но не формируют единой воспроизводимой процедуры, проверенной на разных локальных рынках. Недостаточно ясно, как одновременно обеспечить устойчивость шумового эффекта, сопоставимость оценок между территориями и объяснение вклада акустического признака в итоговую стоимость.

Перспективное направление связано с пространственно согласованной гибридной моделью. В ней гедоническая часть обеспечивала бы интерпретируемое описание капитализации шума, пространственные методы — контроль локальной неоднородности и связанных пропущенных факторов, а машинное обучение — учет нелинейности и взаимодействий между характеристиками объекта и среды. Источниками признаков могли бы быть акустические карты, данные о транспортных потоках, пространственная геометрия, сведения о застройке и согласованные рыночные наблюдения. Обзор больших данных прямо указывает на необходимость интеграции разнородных источников и взаимодополняющих методов в единую модель. [10]

Такая модель должна проверяться не только по средней ошибке прогноза. Необходимы сопоставление точности, объяснимости и воспроизводимости, анализ устойчивости на разных территориях, проверка чувствительности к качеству акустических данных и разграничение прогнозной связи от причинного эффекта. Только при выполнении этих условий учет шума может перейти от локального исследовательского коэффициента к обоснованному элементу массовой кадастровой оценки.

Заключение

Исследования рынка недвижимости в целом поддерживают вывод о том, что транспортный и авиационный шум способны снижать стоимость жилья через капитализацию экологического внешнего эффекта. Наиболее устойчиво изучены отдельные рыночные различия, гедонические модели и пространственные стратегии оценки. При этом величина эффекта не является универсальной: она зависит от источника шума, режима воздействия, характеристик объекта, доступности, шумоизоляции, качества информации и особенностей локального рынка.

Гедонические модели обеспечивают наиболее ясную интерпретацию шумового дисконта, пространственные методы помогают уменьшить риск смещения, а машинное обучение расширяет возможности прогнозирования при нелинейности и большом числе признаков. Однако повышение точности прогноза не заменяет объяснение механизма формирования стоимости. Для кадастровой оценки требуется сочетание статистической интерпретируемости, пространственной согласованности и воспроизводимого качества результатов.

Хорошо обоснованным является положение о возможности рыночной капитализации шумового воздействия. Условно поддержанными остаются оценки нематериального ущерба и перенос результатов между территориями. Наиболее слабое направление — непосредственная интеграция акустических показателей в устойчивую систему массовой кадастровой оценки. Поэтому дальнейшее развитие должно быть сосредоточено на гибридных пространственных моделях, объединяющих гедонический анализ, машинное обучение, качественные акустические данные и проверку результатов на различных локальных рынках.

Список литературы

1. Wilhelmsson M. Влияние транспортного шума на стоимость односемейных домов. *Journal of Environmental Planning and Management*. 2000. SCID: 54.1/s9pkde52.

2. Bartik T. J. Кто получает выгоды от политики экономического развития на уровне штатов и местных органов власти? 1991. SCID: 54.1/vbamaqnn.
3. van Praag B. M. S., Baarsma B. Использование опросов об удовлетворённости жизнью для оценки нематериальных благ: случай шума от аэропорта. *The Economic Journal*. 2004. SCID: 54.1/8a5hxm8c.
4. Gautrin J.-F. Оценка влияния авиационного шума на стоимость недвижимости с использованием простой модели городской земельной ренты. *Land Economics*. 1975. SCID: 54.1/3qwduznb.
5. Pope J. C. Влияют ли раскрытия информации продавцами на стоимость недвижимости? Информация покупателей и гедоническая модель. *Land Economics*. 2008. SCID: 54.1/jsjsy6hb.
6. Basner M., McGuire S. Руководство ВОЗ по воздействию шума окружающей среды для Европейского региона: систематический обзор воздействия шума окружающей среды на сон. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018. SCID: 54.1/kgf5trqy.
7. Kujawa S. G., Liberman M. C. Усугубление повреждения: дегенерация слухового нерва после «временной» потери слуха, вызванной шумом. *Journal of Neuroscience*. 2009. SCID: 54.1/8cqvpfmz.
8. Bravo-Moncayo L., Mosquera R., Puyana-Romero V., Romero M., Lucio-Naranjo J., Suárez E. Транспортный шум и стоимость недвижимости: стратегия инструментальных переменных для гедонической оценки. *Journal of Environmental Planning and Management*. 2022. SCID: 54.1/rz8aahdu.
9. Del Giudice V., De Paola P., Manganelli B., Forte F. Денежная оценка экологических внешних эффектов посредством анализа цен на недвижимость. *Sustainability*. 2017. SCID: 54.1/uta5tw6e.
10. Wei C., Fu M., Wang L., Yang H., Tang F., Xiong Y. Развитие исследований оценки недвижимости на основе гедонической модели цен в эпоху больших данных. *Land*. 2022. SCID: 54.1/369knj7g.
11. Potrawa T., Tetereva A. Сколько стоит вид из окна? Гедоническая модель ценообразования на рынке недвижимости на основе машинного обучения. *Journal of Business Research*. 2022. SCID: 54.1/bvejymhn.
12. Choy L. H. T., Ho W. K. O. Использование машинного обучения в исследованиях рынка недвижимости. *Land*. 2023. SCID: 54.1/dcqv79bm.
13. Hong J., Choi H., Kim W. Оценка стоимости жилья на основе метода случайного леса: массовая оценка жилой недвижимости в Южной Корее. *International Journal of Strategic Property Management*. 2020. SCID: 54.1/vs7a9k2k.