

Научная статья
УДК 519.876
doi: 10.17586/2713-1874-2025-2-48-63

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Михаил Борисович Зайчук^{1✉}, Сергей Александрович Митягин²

^{1,2}Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия
¹mikhail_zaychuk@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5817-2225>
²mityagin@itmo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9877-1687>
Язык статьи – русский

Аннотация: Статья посвящена проблеме увеличения доли ветхого и аварийного жилья в населенных пунктах Российской Федерации по причине низкой эффективности управленческих решений в организационной системе управления комплексным развитием территорий жилой застройки. Целью работы является обоснование актуальности проблемы планирования реновации жилищного фонда в организационной системе с предложением по решению данной проблемы за счет методов математического моделирования. Авторами предложен подход к управлению программами комплексного развития территорий в регионах Российской Федерации за счет моделирования оптимальных инвестиционных условий при соблюдении требований к объемам реновации жилищного фонда за счет комплекса методов многокритериальной оптимизации и оптимального планирования. Также предложены изменения в системе оценивания эффективности программы комплексного развития территорий в целях преодоления проблемы увеличения доли ветхого и аварийного жилья. Дана оценка существующему процессу выявления территорий реновации, а также предложены изменения данного процесса с целью выявления оптимальных территорий. Предлагаемый метод, в отличие от существующих, позволяет произвести комплексную оценку инвестиционной привлекательности территорий для реновации жилья, что обеспечивает соблюдение баланса интересов ключевых участников процесса: органов власти, инвесторов и собственников недвижимости. Предложенный подход позволяет принимать более обоснованные решения о реновации ветхого и аварийного жилищного фонда в населенных пунктах и повысить эффективность функционирования организационной системы управления комплексным развитием территорий. Дальнейших исследований требует влияние социально-экономических условий населенных пунктов на весовые коэффициенты показателей целевых функций привлекательности территорий в составе предложенного метода.

Ключевые слова: агентное моделирование, геоинформационные системы (ГИС), комплексное развитие территорий, многокритериальная оптимизация, пространственно-экономическое моделирование, реновация жилищного фонда, система управления, системы поддержки принятия решений, фронт Парето, теория игр

Ссылка для цитирования: Зайчук М. Б., Митягин С. А. Повышение эффективности управленческих решений в системе комплексного развития территорий жилой застройки на основе математического моделирования // Экономика. Право. Инновации. 2025. Т. 13. № 2. С. 48–63. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2025-2-48-63>.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF MANAGEMENT DECISIONS IN THE SYSTEM OF INTEGRATED DEVELOPMENT OF RESIDENTIAL AREAS BASED ON MATHEMATICAL MODELING

Mikhail B. Zaychuk^{1✉}, Sergey A. Mityagin²

^{1,2}ITMO University, Saint Petersburg, Russia
¹mikhail_zaychuk@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5817-2225>
²mityagin@itmo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9877-1687>
Article in Russian

Abstract: The article is devoted to the problem of dilapidated and wreck housing share increasing in settlements of the Russian Federation. This is a consequence of the low efficiency of management decisions in the organizational system of territorial integrated development managing. The aim of the work is to substantiate the relevance of the housing stock renovation planning problem in the organizational system with a proposal for solving this problem using mathematical modeling methods. In the article, the authors propose an approach to managing programs for the integrated development

of territories in Russian Federation regions by modeling optimal investment conditions while observing the volume of the housing stock renovation requirements through a set of multi-criteria optimization and optimal planning methods. Changes to the system for assessing the integrated territorial development program effectiveness have also been proposed in order to overcome the problem of dilapidated and hazardous housing share increasing. The existing process of renovation territories identifying is assessed, and changes to this process are proposed in order to identify optimal territories. The proposed method, in contradistinction to existing ones, allows for a comprehensive assessment of the housing renovation investment attractiveness, which ensures the balance of key participants interests in the process: authorities, investors and property owners. The proposed approach allows making more informed decisions on the dilapidated and emergency housing stock renovation in populated areas and increasing the efficiency of the organizational system for managing the integrated development of territories. Further research is required on influence of the socio-economic conditions of populated areas on the weighting coefficients of the target functions of territories attractiveness indicators in the proposed method.

Keywords: agent-based modeling, decision support systems, game theory, geographic information systems (GIS), integrated development of territories, multicriteria optimization, management system, Pareto front, renovation of housing stock, spatial-economic modeling

For citation: Zaychuk M. B., Mityagin S. A. Improving the Efficiency of Management Decisions in the System of Integrated Development of Residential Areas Based on Mathematical Modeling. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2025. Vol. 13. No. 2. pp. 48–63. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2025-2-48-63>.

Введение. За последние несколько лет в России наблюдается стремительный рост ветхого и аварийного многоквартирного жилищного фонда [1]. Так, с 2020 по 2024 гг. объем непригодного для проживания жилья вырос более чем в два раза и достиг 42 млн кв. м. При этом объем расселяемого жилищного фонда, который выводится из эксплуатации, напротив, сокращается, что приводит к ухудшению жилищных условий граждан [2].

Основным организационно-правовым инструментом градостроения на сегодняшний день является комплексное развитие территорий (КРТ), которое представляет собой совокупность мероприятий, направленных на повышение эффективности использования урбанизированных территорий и улучшение жилищных условий граждан [3]. Данный механизм введен в законодательство Российской Федерации в 2021 году и имеет особенно высокий потенциал применения в перспективе ближайшего десятилетия в связи с необходимостью преобразований сложившихся территорий города с учетом устаревания и выхода из срока экономической жизни жилищного фонда, построенного в советский период [4]. Такая необходимость широко рассматривается в научной литературе в связи с тем, что районы советского периода постройки приходят в упадок и деградируют, при этом высокая степень инфраструктурной обеспеченности таких районов открывает значительные возможности для их реорганизации и преобразования [5–8].

Однако в силу ряда причин программа КРТ сегодня приостановлена частично или полностью в разных регионах, что не позволяет осуществить обновление жилищного фонда [9, 10].

Ситуация в организационной системе управления комплексным развитием территорий усугубляется тем, что для деятельности должностных лиц, ответственных за градостроительное развитие, основным целевым показателем эффективности на сегодняшний день является объем ввода нового жилья [11]. При этом наблюдается отсутствие критериев эффективности замещения ветхого многоквартирного жилищного фонда новым жильем. Согласно принятой концепции территориального развития регионов Российской Федерации, достижение целей социально-экономического развития осуществляется за счет инвестиционных проектов. В том числе достижение целей по вводу нового жилья выполняется за счет проектов комплексного развития территорий, предполагающих ввод нового жилищного фонда за счет инвестора. Тем самым создается прецедент, когда достижение целей государственного управления требует согласования с коммерческими организациями и зависит от инвестиционной привлекательности подлежащих реновации территорий. В этой ситуации для инвестора более выгодными выступают свободные незастроенные территории, поскольку они не требуют дополнительных затрат на расселение жителей ветхих и аварийных домов, де-

монтажа существующих зданий и рекультивации земли [12]. Таким образом, объем ветшающего многоквартирного жилищного фонда в срединной части города продолжает расти, что является одной из главных проблем устойчивого социально-экономического развития в Российской Федерации. Сохранение намеченной тенденции может привести к кратному росту аварийного

жилья уже в ближайшие 10 лет [13]. По данным Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, с 2025 г. ожидается увеличение потребности в выбытии ветшающего фонда советского периода первых массовых серий постройки ежегодно на 1 млн кв. м. в связи с достижением предельного срока эксплуатации таких домов (рисунок 1).

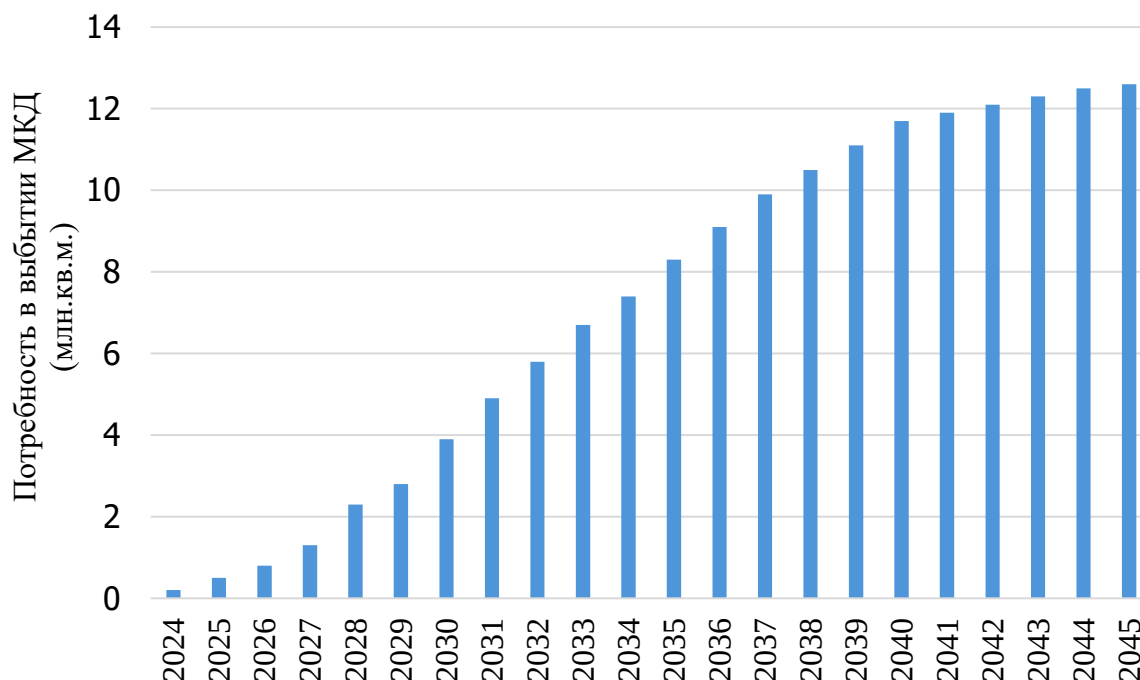


Рисунок 1 – Ежегодная потребность в выбытии ветхих и аварийных многоквартирных домов (МКД) первого индустриального периода (панельные и кирпичные, 1955–1970 гг. постройки), млн кв.м.

Источник: составлено авторами на основе [13]

Для решения проблемы нарастания объема ветхого жилищного фонда предлагается внедрение нового подхода, основанного на моделировании потенциала реновации территории для инвесторов и органов власти и определения оптимальных инвестиционных условий реализации проекта КРТ. Такой подход позволит органам власти выявлять оптимальные территории для преобразования, ранжировать их по приоритетности обновления и привлекать в проекты реновации внебюджетные источники финансирования за счет стимулирования участия в проектах частных застройщиков. Данный подход может быть реализован при помощи методов математического моделирования привлекательности территорий реновации с учетом взаимно-противоречащих целей ключевых

агентов процесса, которыми, помимо органов власти и застройщиков, также являются собственники недвижимости, расположенной на подлежащих реновации территориях [14].

Новый подход, основанный на моделировании, позволит органам власти принимать более эффективные решения в области управления комплексным развитием территорий жилой застройки, а программная реализация такого подхода позволит оптимизировать данный процесс в условиях кадрового дефицита муниципальных учреждений, ответственных за комплексное развитие.

Цель и задачи исследования. Исследовательская проблема заключается в анализе организационной системы управления комплексным развитием территорий с точки

зрения определения возможности поиска оптимальных условий планирования реновации для органов власти, инвесторов и собственников недвижимости. Гипотеза, выдвигаемая в рамках исследования, основывается на предположении о том, что принятие решений о включении той или иной территории в программу комплексного развития жилой застройки с применением методов математического моделирования позволит достичь баланса интересов основных участников процесса и повысить эффективность замещения ветхого многоквартирного жилищного фонда новым жильем.

Целью исследования является обоснование актуальности проблемы планирования реновации жилищного фонда в организационной системе управления комплексным развитием территорий с предложением по решению данной проблемы за счет моделирования оптимальных инвестиционных условий реализации проектов.

В рамках исследования решаются следующие задачи.

1) Анализ процесса управления комплексным развитием территорий жилой застройки, определение критериев эффективности функционирования системы.

2) Анализ математических методов и моделей, применимых для определения оптимальных территорий комплексного развития жилой застройки с учетом взаимно противоречащих целей агентов.

3) Определение целевых функций участников процесса и разработка предложения нового метода планирования оптимальных территорий реновации в рамках программы комплексного развития жилой застройки.

Литературный обзор.

Обзор существующих методов и моделей выявления оптимальных территорий для реновации. Для реализации проекта реновации необходимо, помимо оценки степени ветхости зданий, учесть большое количество пространственно-экономических факторов, соблюдая баланс интересов основных участников данного процесса для достижения экономической состоятельности такого проекта. Анализ научных публикаций показал наличие пробела в части применения математических методов и моделей для целей выявления территорий под реновацию жилищного фонда.

Сегодня выбор территорий для КРТ в российских городах по большей части осуществляется экспертным методом на основе анализа данных о физическом состоянии застройки. Моделирование проектов КРТ осуществляется лишь на следующей стадии. Когда конкретная территория уже определена, для нее разрабатывается проектная модель (мастер-план развития). Так, пространственно-экономическая модель оценки проектов КРТ жилой застройки, разработанная Институтом экономики города, позволяет оценить привлекательность конкретной территории с точки зрения трех основных интересов: города, застройщиков и собственников недвижимости [14]. Модель показала свою практическую применимость [15] и может быть использована для оценки проектов КРТ на уже выбранных территориях. Данная методика не позволяет выявить территории, потенциальные для включения в программу КРТ, на начальном этапе анализа населенного пункта, однако может быть применена для сравнения эффективности различных подходов в определении оптимальных территорий развития.

Минстроем России разработан метод отбора территорий для КРТ, в основе которого лежит подход кластеризации в зависимости от параметров плотности застройки и потенциальной транспортно-пешеходной активности улично-дорожной сети (УДС) [16]. В рамках пространственного анализа исследуемая территория города разделяется сеткой с ячейками площадью 1 га (100x100 метров). Для каждой ячейки сетки рассчитываются показатели плотности застройки и потенциальной транспортно-пешеходной активности. Показатель плотности застройки (FAR) для каждой ячейки сетки определяется отношением суммарной поэтажной площади зданий, находящихся в одной ячейке, к площади самой ячейки.

Далее полученные показатели плотности застройки разделяются на группы с присвоением ячейкам соответствующих баллов. Расчет показателя суммарной транспортной и пешеходной активности производится с помощью алгоритма Space Syntax [17]. Суммирование показателей транспортной и пешеходной активности производится по следующей формуле:

$$PVF = Wp \times PFclass + Wv \times VFclass, \quad (1)$$

где Wp (weight pedestrian) – вес потенциальной пешеходной активности, $PFclass$ (pedestrian flow) – потенциальная пешеходная активность, оцененная в 1–3 балла), Wv (weight vehicle) – вес потенциальной транспортной активности, $VFclass$ (vehicle flow) – потенциальная транспортная активность, оцененная в 1–3 балла).

В результате оценки каждой ячейке сетки присваивается итоговый балл с учетом результата оценки плотности застройки и транспортно-пешеходной активности, что позволяет выявить участки городской среды, наиболее привлекательные для комплексного развития. Данный метод позволяет укрупненно оценить городские территории по степени привлекательности для реновации, однако содержит следующие недостатки. В рассматриваемой модели районы с однородной плотностью застройки, как в районах постройки 1955–1970 гг., оцениваются одинаковым баллом привлекательности, при этом данные территории не ранжируются между собой, что не позволяет определить приоритетность обновления жилых районов. Оценка производится по ячейкам сетки без учета границ кадастровых кварталов, что также затрудняет принятие управленческих решений по определению конкретных границ территорий. Кроме того, модель определяет наиболее высоким баллом привлекательности участки улично-дорожной сети, поскольку они обладают наивысшими показателями транспортно-пешеходной активности и при этом нулевой плотностью застройки, за счет чего оценка активности на графе УДС вносит большую долю погрешности в результаты моделирования.

Другим методом отбора территорий для КРТ является метод на основе анализа данных об аварийном жилищном фонде при помощи автоматизированной информационной системы «Реформа ЖКХ» [18]. Сервис позволяет визуализировать данные об аварийности в виде тепловой карты и таким образом обнаружить скопления аварийных жилых зданий, а также сформировать границы потенциальной зоны комплексного развития. Однако данный метод не является оптимальным, поскольку в нем не учитывается информация о неаварийных жилых зданиях, удовлетворя-

ющих критериям ветхости. Кроме того, процесс формирования границ территории КРТ предполагает ручное задание границ без автоматического учета данных о границах земельных участков, что вносит высокую долю субъективности в данный процесс.

Методы и модели повышения эффективности выявления оптимальных территорий для реновации. Задача комплексного развития территорий жилой застройки предполагает учет различных целевых функций разных участников. Порой такие функции могут быть взаимно противоречащими. В таком случае для нахождения оптимальных решений может быть использован метод многокритериальной оптимизации, который предполагает одновременную оптимизацию нескольких целей. Так, данный метод широко используется в задаче оптимизации землепользования, где также между собой конкурируют участники с различными интересами [19]. В данной задаче оптимизация может быть выполнена на основе фронта Парето, когда улучшение одной целевой функции невозможно без ухудшения хотя бы одной из других функций [20]. В большинстве существующих работ по многокритериальной оптимизации землепользования учитываются только факторы плотности застройки и совместимости типов землепользования между собой [21]. При этом не учитываются экономический и социальный факторы, что имеет важное значение в задаче отбора территорий для комплексного развития. Rahman и Szabo предлагают метод оптимизации на основе индекса социальной выгоды (SBI) [21], включающего оценку четырех факторов для каждого земельного участка: пространственная компактность, совместимость типов землепользования, смешанность типов землепользования и плотность населения.

Альтернативным подходом в задаче определения оптимального выбора локаций несколькими участниками с учетом разнообразных критериев может служить агентное моделирование (ABM). Так, Babakan и Alimohammadi [22] предлагают подход для моделирования выбора жилья арендаторами исходя из факторов размера арендной платы, доступности различных сервисов и городского транспорта, уровня загрязнения воздуха и шумового загрязнения. Агенты соревнуются между собой, чтобы выбрать окончательное

место жительства среди имеющихся у них альтернатив. Для моделирования конкуренции между агентами используется генетический алгоритм сортировки без доминирования NSGA-II [23]. Ligmann-Zielinska и Janowski используют агентное моделирование в связке с многоцелевым распределением землепользования (MOLA) в задаче определения наиболее подходящих территорий городского развития [24]. MOLA позволяет выявить наиболее приоритетные зоны для развития с точки зрения городских властей (подход сверху-вниз), в то время как агентное моделирование определяет инвестиционно-привлекательные территории для множества агентов-девелоперов (подход снизу-вверх). Территория города оценивается по трем параметрам: стоимость земли, степень привлекательности земли (выраженная через наличие рекреационных пространств) и территориальная доступность. Таким образом, в совокупности, обе модели находят компромиссные решения сразу для нескольких заинтересованных сторон.

Ситуация выбора наиболее оптимальных для реновации территорий может быть представлена, как игровая. В таком случае, к решению задачи могут быть применены методы и модели теории игр. Данный подход использует аппарат математического моделирования с целью выбора наилучших вариантов действий при взаимодействии небольшого числа субъектов – игроков [25]. В роли последних могут выступать основные участники процесса КРТ: городская администрация, застройщики и собственники недвижимости. Kaviari и Mesgari дополняют имитационную модель городского роста подходами теории игр [26]. В качестве агентов в предлагаемой модели участвуют застройщики трех категорий в зависимости от класса жилья: в низком, среднем и высоком ценовом сегменте. Цель агентов – найти наиболее подходящие земельные участки для строительства. Подходы теории игр используются для определения наиболее предпочтительного застройщика из всех возможных, претендующих на один земельный участок. Maleki, Masoumi, Nakimpour и Coello рассматривают процесс планирования городского землепользования, как игру для моделирования соревнований между землевладельцами с целью получения наиболее подходящего функцио-

нального назначения своего земельного участка [27]. Так, для каждого земельного участка был смоделирован наиболее подходящий тип землепользования на основе 4 критериев, после чего было произведено ранжирование для каждого участка. В качестве критериев использовались совместимость землепользования с соседними типами, зависимость от соседних типов, физическая пригодность и плотность застройки.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели и решения задач были использованы различные методы сбора и обработки информации. В основе исследования лежит систематический анализ литературы по теории реновации жилищного фонда и математическим методам и моделям, применяющимся в смежных задачах развития урбанизированных территорий. Поиск публикаций общепризнанных авторов в области теории реновации и математических методов и моделей для решения ее задач был произведен в базах данных Scopus, Web of Science и Google Scholar. При проведении исследования использовались сравнительный анализ для определения сильных и слабых сторон различных подходов в определении оптимальных решений о развитии территорий и систематический анализ для обобщения полученных данных. Для структурирования и формулировки выводов использовались методы анализа и синтеза.

Для статистической оценки объемов ветхого и аварийного жилья были использованы данные Росстата [1], а также данные единой межведомственной информационно-статистической системы [28]. Для статистической оценки реализации проектов комплексного развития территорий, включая долю проектов в застроенной и незастроенной среде, а также виды объектов капитального строительства, расположенных на территориях КРТ жилой застройки, были использованы данные официальных порталов департаментов земельных отношений и градостроительства 22 субъектов-лидеров по объему проектов КРТ (страницы с информацией о территориях, в отношении которых приняты решения о комплексном развитии).

Основные результаты. *Общемировая практика управления реновацией жилищного фонда.* В рамках исследования были

проанализированы 19 государственных программ по обновлению жилой застройки в 17 странах мира (Германия, Франция, Нидерланды, Дания, Швеция, Литва, Латвия, Эстония, Польша, Чехия, Словакия, Турция, Казахстан, Китай, Япония, Сингапур, США) на основании работ [29–32]. Результат анализа показал, что наиболее часто используемым механизмом обновления устаревшего жилищного фонда является реновация (используется в 50% программ), в 33% программ реализуется энергетическая санация жилых зда-

ний, а также в 17% программ жилищный фонд обновляется за счет реконструкции существующих зданий. Общемировая практика показывает более высокую степень участия государства и микродевелоперских компаний (образованных жителями) в финансировании проектов по реновации жилищного фонда, в отличие от структуры финансирования проектов комплексного развития территорий жилой застройки в Российской Федерации, где все стадии проекта реализуются с привлечением средств инвестора (рисунок 2).

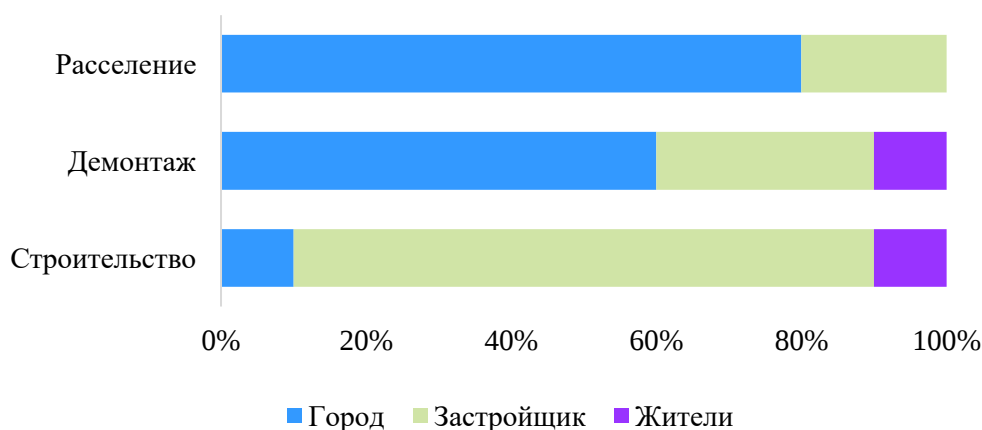


Рисунок 2 – Доля участия основных заинтересованных в финансировании этапов проекта реновации

Источник: составлено авторами на основе [29–32]

Управление реновацией жилищного фонда в России. По данным Единой межведомственной информационно-статистической системы, за последние 5 лет в России увеличился разрыв между объемом непригодного для проживания жилищного фонда и

объемом фонда, который выводится из эксплуатации (рисунок 3). Это позволяет судить о том, что жилищный фонд устаревает быстрее, чем происходит его обновление, а следовательно, жилищные условия граждан ухудшаются [2].

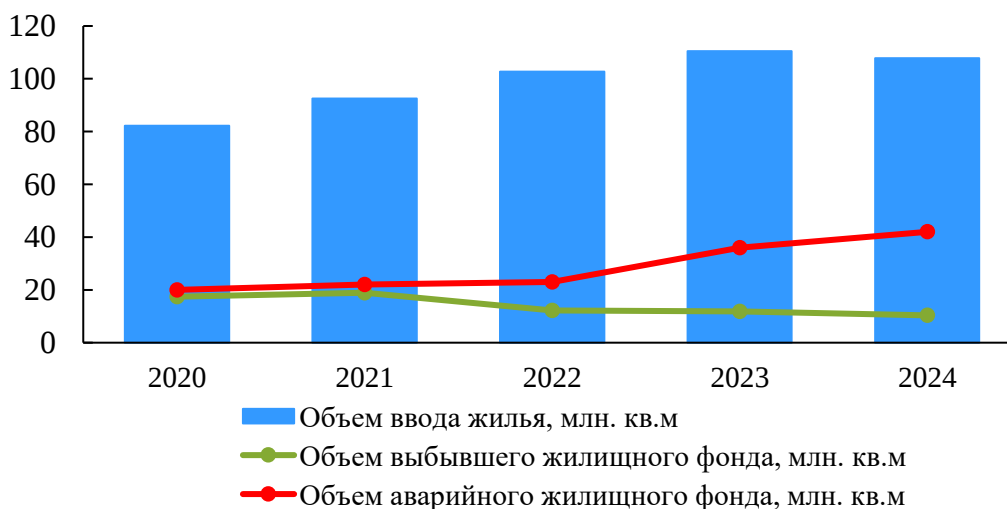


Рисунок 3 – Динамика ввода нового и выбывания старого жилищного фонда

Источник: составлено авторами на основе [1]

Продолжение намеченной тенденции приведет к кратному росту ветхого жилья, которое на горизонте ближайших 10 лет станет достаточно изношенным для получения статуса аварийного [13].

Развитие застроенных территорий в России с 2021 г. осуществляется в рамках программы комплексного развития территорий (КРТ). Данный механизм, введенный Федеральным законом ФЗ-494, предназначен для вовлечения неэффективно использующихся земель в хозяйственный оборот, а также улучшения жилищных условий граждан и привлечения внебюджетных источников финанси-

рования для реализации проектов обновления застроенных территорий [3]. Данный закон устанавливает следующие виды комплексного развития:

- КРТ жилой застройки;
- КРТ нежилой застройки;
- КРТ незастроенной территории;
- КРТ по инициативе правообладателей.

Обобщенная схема процесса реализации проекта КРТ, составленная на основе десятой главы Градостроительного кодекса, введенной в действие Федеральным законом № 494-ФЗ [3], приведена на рисунке 4.

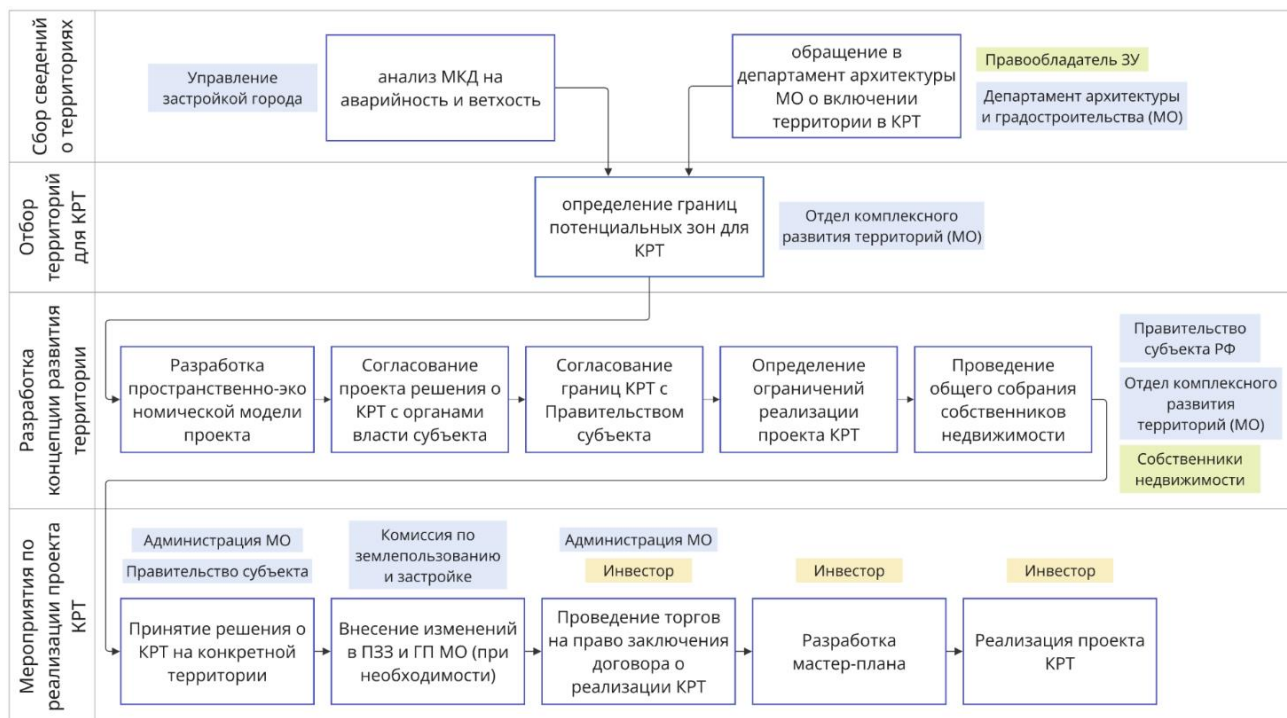


Рисунок 4 – Схема процесса реализации проекта КРТ с основными этапами и участниками

Источник: составлено авторами на основе [3]

На рисунке 5 представлена существующая схема процесса выявления территорий для комплексного развития жилой застройки. Сегодня в данном процессе ключевую роль играет информация о физическом износе зданий, при этом не учитываются другие пространственно-экономические факторы, влияющие на заинтересованность участия в проекте ключевых агентов. Минимально необходимыми условиями включения территорий в проекты КРТ жилой застройки, установленными законом [3], являются расположение аварийного и ветхого жилищного фонда в жилых элементах планировочной структуры

населенного пункта. Соответственно, для определения территорий КРТ необходимо проведение анализа территориальных зон, указанных в Правилах землепользования и застройки населенного пункта, а также анализа данных о статусе аварийности или капитальном ремонте, в случае отсутствия такого статуса и необходимости проверки на соответствие региональным критериям ветхости. Также в рекомендациях Института экономики города отмечается необходимость учета всех установленных планировочных ограничений на территории перед принятием решения о ее комплексном развитии [14].

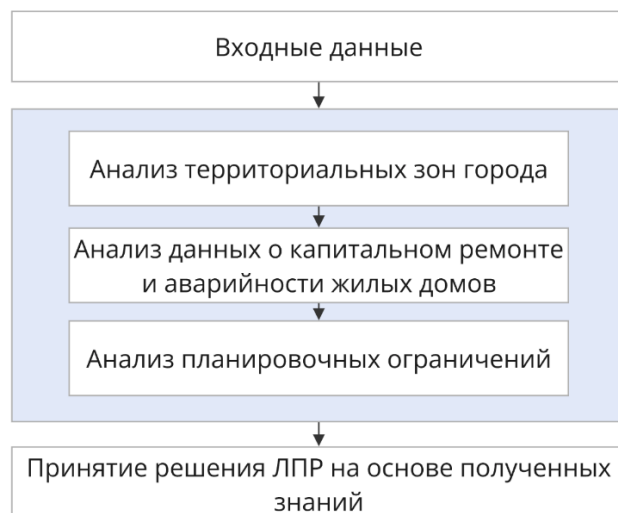


Рисунок 5 – Схема процесса выявления оптимальных территорий реновации AS IS

Источник: составлено авторами на основе [3, 14]

В данной работе проблема реновации жилищного фонда рассматривается на примере комплексного развития территорий жилой застройки. Решение о комплексном развитии в российских городах принимается органами местного самоуправления. Несмотря на то, что механизм комплексного развития занимает все большую долю строительного рынка и составляет сегодня 4% от общего объема строительства жилья, реализация программы частично или полностью приостановлена в ряде регионов (рисунок 6), что не позволяет решить проблему обновления ветхого и аварийного жилищного фонда [33]. Одной из причин является превалирование целевого показателя по вводу нового жилья, закрепленного в рамках национального проекта «Жилье и городская среда» [34], и отсутствие законодательно и нормативно закрепленного показателя по сокращению ветхого

жилищного фонда, в результате чего объем устаревающего и нуждающегося в расселении жилья продолжает расти с каждым годом.

Кроме того, поскольку в рамках механизма КРТ обязательства по подготовке территорий под реновацию (включая затраты на выплату компенсаций собственникам недвижимости, расселение и демонтаж существующих зданий) целиком возлагаются на инвестора, застройщики не заинтересованы участвовать в таких проектах ввиду сложной экономической модели проекта [12]. В результате почти половина всех проектов КРТ жилой застройки сегодня реализуются на более низкоплотных территориях без включения многоквартирных домов, в том числе на землях индивидуального жилищного сектора, где затраты на подготовку к строительству несопоставимо меньше (рисунок 7).



Рисунок 6 – Статистика реализации проектов комплексного развития территорий в регионах-лидерах по количеству проектов КРТ, доля регионов

Источник: составлено авторами на основе [35]

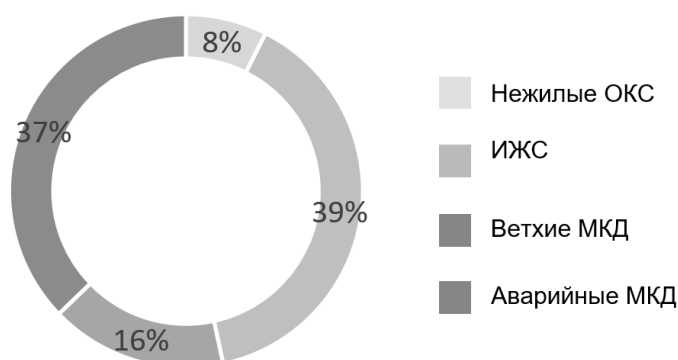


Рисунок 7 – Доля объектов капитального строительства (ОКС) в составе проектов КРТ жилой застройки

Источник: составлено авторами на основе [36]

Таким образом, основные причины снижения эффективности реновации жилищного фонда заключаются в отсутствии критерия эффективности замещения ветхого многоквартирного жилищного фонда в регламентах организационной системы комплексного развития территорий, а также в отсутствии единой методики по определению оптимальных территорий для реализации проектов реновации жилой застройки.

Инвестиционно-сбалансированный метод планирования территорий реновации. Для повышения эффективности планирования реновации многоквартирного жилищного фонда в организационной системе управления комплексным развитием территорий предлагается инвестиционно-сбалансированный метод выявления оптимальных территорий жилой застройки на основе многокритериальной оптимизации. Целью предлагаемого метода является определение оптимального состояния системы управления с точки зрения реновации ветхого и аварийного жилищного фонда. Поиск оптимального состояния осуществляется за счет оптимизации целевой функции каждой группы заинтересованных в процессе КРТ. Предлагаемый метод позволяет выявить привлекательные территории населенного пункта для осуществления реновации за счет достижения баланса интересов инвестора, администрации и собственников недвижимости, проживающих на данной территории. При этом, инвестиционная привлекательность таких территорий находится в балансе с целями государственного управления, что позволяет обеспечить улучшение

жилищных условий граждан в следствие замещения ветхого и аварийного жилья новым жилищным фондом. Таким образом, инвестиционно-сбалансированный метод включает в себя оценку элементов планировочной структуры, содержащих ветхие и аварийные объекты капитального строительства, на достижение целевых показателей с точки зрения каждого из трех участников процесса. В результате моделирования формируется перечень Парето-оптимальных решений, а именно кадастровых кварталов населенного пункта для включения в программу комплексного развития территорий жилой застройки.

В рамках разрабатываемой модели одну потенциальную территорию КРТ предлагается принять равной одному кадастровому кварталу [3]. Оптимизацию предлагается производить в кадастровых кварталах, содержащих в своих границах объекты капитального строительства от двух до пяти этажей, 1955–1970 гг. постройки, преимущественно дома первых массовых серий. В качестве исходных данных предлагается использование открытых источников: геопривязанный слой с полигонами кадастровых кварталов на портале Росреестра [37], слой зданий с атрибутом года постройки на портале «How old is this house» [38], а также слой с объектами инфраструктуры, графом улично-дорожной сети и рекреационных объектов из сервиса OpenStreetMap [39]. Для каждого квартала рассчитываются значения критериев, оцениваемые соответствующими коэффициентами ценности. Таким образом, значение привлекательности квартала для включения в программу КРТ

можно представить в виде следующей формулы:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i^n k_i \quad (2)$$

где C_i^n – значение критерия оптимальности, k_i – коэффициент ценности критерия.

Целевые функции участников процесса КРТ сформулированы следующим образом:

1) Привлекательность территории для реновации с точки зрения инвестора:

$$A_d = C_p k_1^1 + C_d k_2^1 + C_{sc} k_3^1 + C_{fl} k_4^1 + C_{cm} k_5^1, \quad (3)$$

где C_p – размер компенсационных выплат собственникам при расселении, C_d – объем демонтажа существующих зданий в квартале, C_{sc} – обеспеченность существующей социальной инфраструктурой, C_{fl} – прирост продаваемой площади квартир, C_{cm} – прирост продаваемой площади коммерции, $k_1^1 \dots k_5^1$ – весовые коэффициенты.

2) Привлекательность территории для реновации с точки зрения администрации населенного пункта:

$$A_g = C_{sc} k_1^2 + C_{dr} k_2^2 + C_{tp} k_3^2 + C_{tb} k_4^2, \quad (4)$$

где C_{sc} – обеспеченность существующей социальной инфраструктурой, C_{dr} – доля ветхих МКД в квартале, C_{tp} – прирост налога на имущество в случае реализации проекта, C_{tb} – прирост налога на бизнес в случае реализации проекта, $k_1^2 \dots k_4^2$ – весовые коэффициенты.

3) Привлекательность территории для реновации с точки зрения собственников недвижимости:

$$A_h = C_p k_1^3 + C_{loc} k_2^3, \quad (5)$$

где C_p – размер компенсационных выплат собственникам при расселении, C_{loc} – наличие места под стартовый дом в квартале проживания, $k_1^3 \dots k_2^3$ – весовые коэффициенты.

В результате применения метода многокритериальной оптимизации предполагается получение множества Парето-оптимальных кварталов, то есть таких, для которых улучшение значений с точки зрения одного из участников ведет к ухудшению значений как минимум одного из остальных участников. Также в целях повышения привлекательности территорий реновации для инвестора

предлагается включение в модель дополнительных корректирующих коэффициентов, которые позволят обеспечить более высокую экономическую эффективность проекта. Так, например, для застройщика могут быть введены более высокие допустимые показатели по плотности застройки или менее строгие показатели по обеспеченности парковочными местами [16].

На рисунке 8 приведена предлагаемая схема процесса выявления территорий для комплексного развития жилой застройки. Модули анализа территории содержат оценку ее привлекательности с точки зрения ключевых участников процесса. Оценка производится как для текущего состояния квартала до реализации проекта, так и после его реализации за счет анализа проектных технико-экономических показателей. В текущем состоянии анализируются показатели обеспеченности социальной инфраструктурой, степени физического износа и объема демонтажа МКД, размера компенсационных выплат собственникам, наличия площади в квартале для стартового дома. В состоянии после реализации проекта производится анализ показателей прироста налогов на жилую недвижимость и бизнес, прироста продаваемой площади жилых и нежилых помещений. Объединенная информация в результате обеспечивает поддержку принятия управленческих решений о реновации жилищного фонда.

Существующие методы отбора территорий для КРТ [16, 18] позволяют произвести оценку их привлекательности лишь с точки зрения органа власти, ответственного за комплексное развитие, и учитывают, таким образом, ограниченный набор критериев эффективности. Предлагаемый метод, напротив, позволяет произвести комплексную оценку инвестиционной привлекательности территории, поскольку также учитывает цели инвестора и собственников недвижимости, проживающих в кварталах реновации. Ожидается, что такой подход позволит должностным лицам, ответственным за выбор территорий для комплексного развития, принимать более обоснованные решения и эффективно планировать замещение ветхого и аварийного жилищного фонда в населенном пункте. Это, в свою очередь, снизит возможные риски затягивания или приостановки проектов КРТ на последующих стадиях реализации.

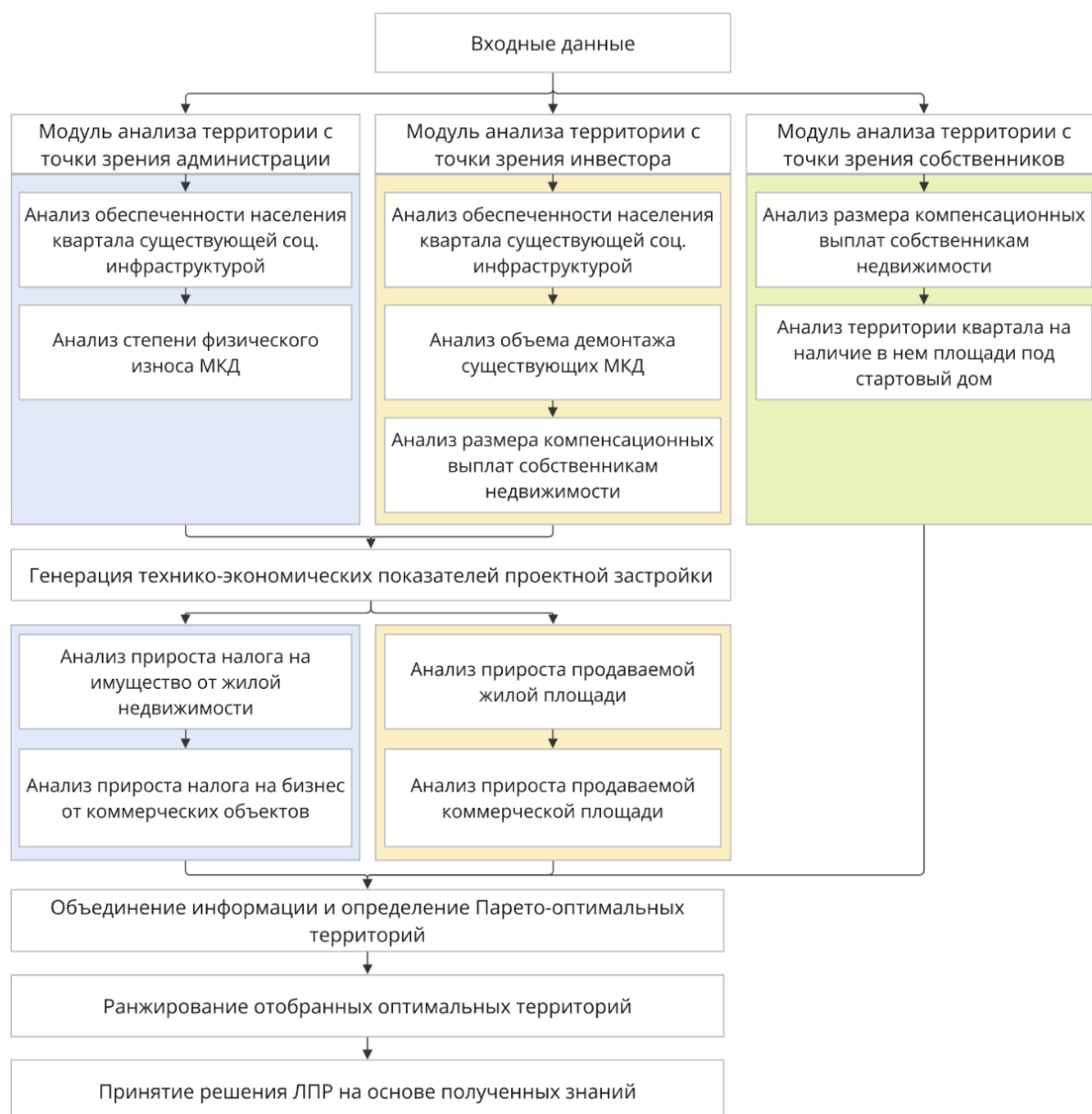


Рисунок 8 – Схема процесса выявления оптимальных территорий реновации ТО VE

Источник: составлено авторами

Выводы, направления дальнейших исследований. В работе выполнен анализ накопленного опыта в области автоматизации управления комплексным развитием территорий жилой застройки, произведен системный анализ процесса выявления потенциальных территорий для реновации жилищного фонда, приведены критерии эффективности функционирования системы. Основная проблема в системе управления комплексным развитием территорий жилой застройки кроется в процессе первоначального отбора зон реновации. Учет ограниченного набора критериев на самом раннем этапе определения потенциальных территорий влечет за собой приостановку проектов КРТ на последующих

стадиях реализации. В законодательстве сегодня отсутствует критерий эффективности заещения ветхого и аварийного многоквартирного жилищного фонда новым жильем, что является причиной низкой заинтересованности в обновлении таких территорий как лиц, ответственных за комплексное развитие, так и инвесторов, и, как следствие, смещением акцента на развитие незастроенных земель и индивидуального жилищного сектора.

Вопрос разработки моделей и методов для планирования территорий реновации с учетом взаимно противоречащих факторов все еще остается недостаточно проработанным. В работе рассмотрены преимущества и недостатки существующих моделей и

методов, которые применяются в смежных задачах городского планирования: многокритериальной оптимизации, агентного моделирования и теории игр. Предложен инвестиционно-сбалансированный метод планирования территорий реновации на основе многокритериальной оптимизации целевых функций участников процесса с формированием множества Парето-оптимальных решений – наиболее привлекательных для включения в КРТ жилой застройки городских кварталов. Метод включает в себя оценку текущего состояния кварталов, а также состояния после реализации проекта за счет анализа показателей с точки зрения инвестора, администрации

и собственников недвижимости. Такой подход позволяет принимать более обоснованные решения о реновации ветхого и аварийного жилищного фонда в населенном пункте и повысить эффективность функционирования организационной системы управления комплексным развитием территорий.

Дальнейших исследований требует влияние социально-экономических условий в населенном пункте на весовые коэффициенты показателей целевых функций привлекательности территорий в составе предложенного метода, а также апробация метода на примере населенных пунктов Российской Федерации.

Список источников

1. Жилищный фонд по субъектам Российской Федерации. 2024 // Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rosstat.gov.ru>
2. Рост объемов аварийного жилья идет быстрее, чем его расселение, 2024 // NG.RU. Интернет-ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ng.ru/economics/2022-09-18/1_8542_housing.html
3. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. N 494-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372677/
4. Мельникова М. Не просто панельки. Немецкий опыт работы с районами массовой жилой застройки. 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/384498144.pdf>
5. Гусева Г. В. Реновация и комплексное развитие территорий: сущность и взаимосвязь // Научный журнал Байкальского государственного университета. 2023. № 1. С. 72–81.
6. Кириллова А. Н. Программа реновации жилищного фонда как фактор системного обновления и устойчивого развития городской застройки // Недвижимость: экономика, управление. 2017. № 3. С. 16–21.
7. Бузырев В. В. Реновация жилых домов как важный фактор увеличения жизненного цикла жилищного фонда в регионе // Проблемы современной экономики. 2012. № 4 (44). С. 285–288.

References

1. Housing Stock by Constituent Entities of the Russian Federation. 2024. *Federal State Statistics Service. Official website*. Available at: <https://www.rosstat.gov.ru> (In Russ.).
2. The Growth of Emergency Housing Volumes is Faster than its Resettlement, 2024. *NG.RU. Internet recourse*. Available at: https://www.ng.ru/economics/2022-09-18/1_8542_housing.html (In Russ.).
3. Federal Law of December 30, 2020 N 494-FZ «On Amendments to the Urban Development Code of the Russian Federation and Certain Legislative Acts of the Russian Federation in Order to Ensure Integrated Development of Territories». *SPS KosultantPlus*. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372677/ (In Russ.).
4. Melnikova M. Not Just Panel Houses. German Experience of Working with Areas of Mass Residential Development. 2020. Available at: <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/384498144.pdf> (In Russ.).
5. Guseva G. V., Renovation and Integrated Development of Territories: Essence and Relationship. *Nauchnyy zhurnal Baykal'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 2023. No. 1. pp. 72–81. (In Russ.).
6. Kirillova A. N. Housing Stock Renovation Program as a Factor in Systemic Renewal and Sustainable Development of Urban Development *Nedvizhimost': ekonomika, upravleniye*. 2017. No. 3. pp. 16–21. (In Russ.).
7. Buzyrev V. V. Renovation of Residential Buildings as an Important Factor in Increasing the Life Cycle of the Housing Stock in the Region. *Problemy sovremennoy ekonomiki*. 2012. No. 4 (44). pp. 285–288. (In Russ.).

8. Вилкова А. С., Маренникова Д.В. Предпосылки к реновации жилья на территориях, прилегающих к промышленным зонам // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017. № 62 (60). С. 155–159. DOI: 10.23670/IRJ.2017.60.058.
9. Закон о реновации в Петербурге заморозили до 2026 года // *Интерфакс*. Информационное агентство. Официальный вебсайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax-russia.ru/northwest/main/zakon-o-renovacii-v-peterburge-zamorozili-do-2026-goda>
10. Комплексное развитие территорий Самары остановлено // *Обозрение*. Интернет-портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oboz.info/kompleksnoe-razvitie-territorij-samary-ostanovleno-poka-vremenno/>
11. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf>
12. Комплексное развитие территорий – это способ договориться // *Журнал Брусники*. Интернет-ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://magazine.brusnika.ru/krt-sposobnost-dogovoritsya>
13. Михеева О. М., Сальников В. А. Жилищный фонд России и крупнейших городских агломераций: оценка важнейших параметров текущего состояния и будущего развития. 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.forecast.ru/ARCHIVE/Analitics/OM/REK_12_09_23.pdf
14. Методические рекомендации по пространственно-экономическому моделированию проектов комплексного развития территорий жилой застройки. – Институт экономики города, 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.urbanecomomics.ru/sites/default/files/metodicheskie_rekomendacii_po_prostranstvenno-ekonomicheskomu_modelirovaniyu_proektov_krt_zhiloi_zastroiki.pdf
15. Грушина О. В., Зорина Е. С., Колесникова Н. С. Практика пространственно-экономического моделирования проектов комплексного развития территорий // *Жилищные стратегии*. 2024. Т. 11. № 1. С. 79–104.
16. Свод принципов комплексного развития территорий. – ООО «КБ Стрелка», 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://storage.strategy24.ru/files/news/202011/f5e0259188e448256fc204402df4df4c.pdf>
17. Lerman Y., Rofe Y. и Omer I. Using Space Syntax to Model Pedestrian Movement in Urban Transportation Planning // *Geographical Analysis*. 2014. № 46 (4). С. 392–410. (In Eng.). DOI: 10.1111/gean.12063.
8. Vilkova A. S., Marennikova D. V. Prerequisites for Housing Renovation in Areas Adjacent to Industrial Zones. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2017. No. 62 (60). pp. 155–159. (In Russ.). DOI: 10.23670/IRJ.2017.60.058.
9. The Renovation Law in St. Petersburg has been Frozen until 2026. *Interfax. Information agency. Official website*. Available at: <https://www.interfax-russia.ru/northwest/main/zakon-o-renovacii-v-peterburge-zamorozili-do-2026-goda> (In Russ.).
10. Integrated Development of Samara Territories has been Stopped. *Obozreniye. Internet-portal*. Available at: <https://oboz.info/kompleksnoe-razvitie-territorij-samary-ostanovleno-poka-vremenno/> (In Russ.).
11. Strategy for the Development of the Construction Industry and Housing and Public Utilities of the Russian Federation for the Period up to 2030 with a Forecast up to 2035. Available at: <http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf> (In Russ.).
12. Integrated Development of Territories is a Way to Reach an Agreement. *Zhurnal Brusniki. Internet resource*. Available at: <https://magazine.brusnika.ru/krt-sposobnost-dogovoritsya> (In Russ.).
13. Mikheeva O. M., Salnikov V. A. Housing Stock of Russia and the Largest Urban Agglomerations: Assessment of the Most Important Parameters of the Current State and Future. 2023. Available at: http://www.forecast.ru/ARCHIVE/Analitics/OM/REK_12_09_23.pdf (In Russ.).
14. Methodological Recommendations for Spatial and Economic Modeling of Integrated Development Projects for Residential Areas. *Institute of Urban Economics*. 2023. Available at: https://www.urbanecomomics.ru/sites/default/files/metodicheskie_rekomendacii_po_prostranstvenno-ekonomicheskomu_modelirovaniyu_proektov_krt_zhiloi_zastroiki.pdf (In Russ.).
15. Grushina O. V., Zorina E. S., Kolesnikova N. S. Practice of Spatial-Economic Modeling of Integrated Territorial Development Projects. *Zhilishchnyye strategii*. 2024. Vol. 11. No. 1. pp. 79–104. (In Russ.).
16. Set of Principles for Integrated Development of Territories. *KB Strelka*. 2017. Available at: <https://storage.strategy24.ru/files/news/202011/f5e0259188e448256fc204402df4df4c.pdf> (In Russ.).
17. Lerman Y., Rofe Y. и Omer I. Using Space Syntax to Model Pedestrian Movement in Urban Transportation Planning. *Geographical Analysis*. 2014. No. 46 (4). pp. 392–410. DOI: 10.1111/gean.12063.

18. АИС ППК «Фонд развития территорий». Официальный веб-сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--p1aee.xn--p1ai/>
19. Rahman M., Szabo G. Multi-objective Urban Land Use Optimization Using Spatial Data: A Systematic Review // *Sustainable Cities and Society*. 2021. № 76 (6). С. 103214. (In Eng.). DOI: 10.1016/j.scs.2021.103214.
20. Deb K. Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms: An Introduction. 2011. (In Eng.). DOI: 10.1007/978-0-85729-652-8_1.
21. Rahman M., Szabo G. A Geospatial Approach to Measure Social Benefits in Urban Land Use Optimization Problem. 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/land10121398> (In Eng.).
22. Babakan A., Alimohammadi A. An Agent-Based Simulation of Residential Location Choice of Tenants in Tehran, Iran // *Transactions in GIS*. 2016. № 20 (1). С. 101–125. (In Eng.). DOI: 10.1111/tgis.12144.
23. Deb K., Pratap A., Agarwal S. и Meyarivan T. A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II // *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. 2002. Т. 6. № 2. С. 182–197. (In Eng.).
24. Ligmann-Zelinska A., Jankowski P. Exploring Normative Scenarios of Land Use Development Decisions with an Agent-based Simulation Laboratory // *Computers, Environment and Urban Systems*. 2010. № 34 (5). С. 409–423. (In Eng.). DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2010.05.005.
25. Ильин И. С., Оверчук Д. С. Теоретико-игровой подход обоснования принятия решений по развитию социальной инфраструктуры города // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. 2012. Т. 2–2. С. 225–228.
26. Kaviari F., Saadi Mesgari M., Seidi E., Motieyan H. Simulation of Urban Growth Using Agent-based Modeling and Game Theory with Different Temporal Resolutions // *Cities*. 2019. Т. 95. С. 102387. (In Eng.). DOI: 10.1016/j.cities.2019.06.018.
27. Maleki J., Masoumi Z., Hakimpour F., Coello C. A Spatial Land-Use Planning Support System Based on Game Theory // *Land Use Policy*. 2020. Т. 99. С. 105013. (In Eng.). DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.105013.
28. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fedstat.ru/>
29. Свиридов И. А., Сборщиков С. Б. Ретроспектива развития процессов организации ликвидации ветхого и аварийного фондов в странах юго-восточной Азии // *Современная наука и инновации*. 2017. № 4. С. 120–123.
30. Дауди Т. М. Зарубежный опыт правового регулирования реновации жилищного фонда // *Образование и право*. 2019. № 11. С. 250–254.
18. AIS PPK «Fond razvitiya territoriy». Available at: <https://xn--p1aee.xn--p1ai/> (In Russ.).
19. Rahman M., Szabo G. Multi-objective Urban Land Use Optimization Using Spatial Data: A Systematic Review. *Sustainable Cities and Society*. 2021. No. 76 (6). P. 103214. DOI: 10.1016/j.scs.2021.103214.
20. Deb K. Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms: An Introduction. 2011. DOI: 10.1007/978-0-85729-652-8_1.
21. Rahman M., Szabo G. A Geospatial Approach to Measure Social Benefits in Urban Land Use Optimization Problem. 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/land10121398>
22. Babakan A., Alimohammadi A. An Agent-Based Simulation of Residential Location Choice of Tenants in Tehran, Iran. *Transactions in GIS*. 2016. No. 20 (1). pp. 101–125. DOI: 10.1111/tgis.12144.
23. Deb K., Pratap A., Agarwal S. и Meyarivan T. A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. 2002. Vol. 6. No. 2. pp. 182–197.
24. Ligmann-Zelinska A., Jankowski P. Exploring Normative Scenarios of Land Use Development Decisions with an Agent-based Simulation Laboratory. *Computers, Environment and Urban Systems*. 2010. No. 34 (5). pp. 409–423. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2010.05.005.
25. Ilyin I. S., Overchuk D. S. Game-Theoretic Approach to Substantiating Decision-Making on the Development of the City's Social Infrastructure. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU*. 2012. pp. 225–228. (In Russ.).
26. Kaviari F., Saadi Mesgari M., Seidi E., Motieyan H. Simulation of Urban Growth Using Agent-based Modeling and Game Theory with Different Temporal Resolutions. *Cities*. 2019. Vol. 95. P. 102387. (In Eng.). DOI: 10.1016/j.cities.2019.06.018.
27. Maleki J., Masoumi Z., Hakimpour F., Coello C. A Spatial Land-Use Planning Support System Based on Game Theory. *Land Use Policy*. 2020. Vol. 99. P. 105013. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.105013.
28. Unified Interdepartmental Information and Statistical System. Available at: <https://fedstat.ru/> (In Russ.).
29. Sviridov I. A., Sborshchikov S. B. Retrospective of the Development of Processes for Organizing the Liquidation of Dilapidated and Emergency Housing Stock in the Countries of Southeast Asia. *Sovremennaya nauka i innovatsii*. 2017. No. 4. pp. 120–123. (In Russ.).
30. Daudi T. M. Foreign Experience of Legal Regulation of Housing Stock Renovation. *Obrazovaniye i pravo*. 2019. No. 11. pp. 250–254. (In Russ.).

31. Kohout, M., Tichý, D., Tittl, F., Kubánková, J., Doležalová, Š. Housing Estates, What's Next? – Praha: CTU. Faculty of Architecture, 2016. (In Eng.).
32. Sahinkaya C., Poyraz U., Altrock U. From Squatting to High-Rise: Could Urban Regeneration Projects Redefine Everyday Life in Turkey? // *Land Use Policy*. 2025. T. 153. С. 107556. (In Eng.). DOI: 10.1016/j.landusepol.2025.107556.
33. Грушина О. В., Торгашина И. Г., Реновация жилых кварталов в регионах: опыт моделирования и практика реализации // *Жилищные стратегии*. 2020. № 1. С. 10–30.
34. Национальный проект "Жилье и городская среда" // Национальные проекты.рф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/zhile-i-gorodskaya-sreda/>
35. Обзор многоквартирного жилищного строительства в Российской Федерации в III квартале 2024 года. 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravdaosro.ru/wp-content/uploads/2024/11/Otchet-Dom.rf-2024.pdf>
36. Объем строительства жилья по программе КРТ почти утроился в России // РБК. Информационное агентство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://realty.rbc.ru/news/67221cf49a794710d5a83f0c>
37. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.gov.ru/>
38. Карта возрастов домов. 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kontikimaps.ru/how-old/cities250/datasets?p=cities250>
39. OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.openstreetmap.org/> (In Eng.).
31. Kohout, M., Tichý, D., Tittl, F., Kubánková, J., Doležalová, Š. Housing Estates, What's Next? *Praha: CTU. Faculty of Architecture*. 2016.
32. Sahinkaya C., Poyraz U., Altrock U. From Squatting to High-Rise: Could Urban Regeneration Projects Redefine Everyday Life in Turkey? *Land Use Policy*. 2025. Vol. 153. P. 107556. DOI: 10.1016/j.landusepol.2025.107556.
33. Grushina O. V., Torgashina I. G., Renovation of Residential Areas in the Regions: Modeling Experience and Implementation Practice. *Zhilishchnyye strategii*. 2020. No. 1. pp. 10–30. (In Russ.).
34. National Project «Housing and Urban Environment». *National projects.rf*. Available at: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/zhile-i-gorodskaya-sreda/> (In Russ.).
35. Review of Multi-Apartment Housing Construction in the Russian Federation in the Third Quarter of 2024. 2024. Available at: <https://pravdaosro.ru/wp-content/uploads/2024/11/Otchet-Dom.rf-2024.pdf> (In Russ.).
36. The Volume of Housing Construction Under the KRT Program has almost Tripled in Russia. RBK. Information agency. Available at: <https://realty.rbc.ru/news/67221cf49a794710d5a83f0c> (In Russ.).
37. Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography. Available at: <https://rosreestr.gov.ru/> (In Russ.).
38. House Age Map. 2024. Available at: <https://kontikimaps.ru/how-old/cities250/datasets?p=cities250> (In Russ.).
39. OpenStreetMap. Available at: <https://www.openstreetmap.org/>