

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЛОГИСТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 69.003.13

DOI: 10.22227/2305-5502.2023.2.10

Применение методов аналитики данных к оценке перспективности планируемых к возведению объектов недвижимости

Алексей Александрович Сиротский

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В процессе принятия решений о проектировании и строительстве возникают задачи оценки перспективности планируемых к возведению объектов недвижимости. Предметом исследования является оценка привлекательности объектов недвижимости с позиции целесообразности их возведения.

Материалы и методы. Методы исследования включают анализ научных работ, применение системного анализа и системного подхода, структурное и математическое моделирование явлений и процессов, теорию и практику цифровизации экономических систем, теорию и методологию объектно-ориентированной обработки больших данных, теорию прогнозирования и статистического анализа.

Результаты. Выявлены четыре группы параметров объектов недвижимости, которые могут оказывать влияние на их привлекательность. Произведена формализация информации в пригодный для аналитики вид. Показано, что свойства объектов можно рассматривать как их атрибуты, в связи с чем для информационно-аналитической системы предложена модель данных по принципу «звезда». Предложена схема взаимосвязей характеристик и параметров объектов, а также модель системы обработки сведений, включающая сбор больших данных с множества источников и интеграцию с платформами предприятия. Оценка привлекательности объектов осуществляется вычислением интегрального показателя, состоящего из интегральных показателей отдельных наборов данных. Предложен метод ранжирования формализованных показателей объектов как предварительный этап экспертного определения их весовых значений. На основе интегрального показателя привлекательности объекта может быть принято управленческое решение о целесообразности и перспективности строительства либо выполнении коррекции проектных показателей проектируемого объекта. Процесс моделирования и создания отчетности может быть выполнен в программных средствах, реализующих концепцию Business Intelligence.

Выводы. Предложенная методология оценки перспективности объектов недвижимости на основе анализа больших данных может быть использована при принятии решений как строительными компаниями, так и участниками вторичного рынка недвижимости для эффективного параметрического подбора объектов недвижимости в соответствии с запросами заказчиков.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: объект, строительство, перспективность, привлекательность, прогнозирование, планирование, большие данные, анализ, управление, решения

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Сиротский А.А. Применение методов аналитики данных к оценке перспективности планируемых к возведению объектов недвижимости // Строительство: наука и образование. 2023. Т. 13. Вып. 2. Ст. 10. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.2.10

Автор, ответственный за переписку: Алексей Александрович Сиротский, hotwater2009@yandex.ru.

Application of data analytics methods to assess the prospectivity of planned real estate developments

Alexei A. Sirotskiy

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. In the process of making decisions, about design and construction there are tasks of assessing the prospects for the planned construction of real estate. The subject of the research is the assessment of the attractiveness of real estate objects from the position of expediency of their construction.

Materials and methods. Research methods include analysis of scientific papers, application of systems analysis and systems approach, structural and mathematical modelling of phenomena and processes, theory and practice of digitalization of economic systems, theory and methodology of object-oriented big data processing, theory of forecasting and statistical analysis.

Results. Four groups of property parameters that may influence their attractiveness have been identified. The information has been formalized into a form suitable for analytics. It has been shown that the properties of objects can be regarded as their attributes and in this regard, a star data model has been proposed for the information-analytical system. The scheme of interconnection of object characteristics and parameters is proposed, as well as the model of data processing system including the collection of big data from multiple sources and integration with the enterprise platforms. The estimation of attractiveness of objects is carried out by calculating the integral index consisting of integral indexes of separate data sets. The method of ranking the formalized indicators of objects as a preliminary stage of expert determination of their weight values is proposed. On the basis of the integral index of object attractiveness a management decision may be made as to the advisability and prospects of construction or performance of correction of design indices of the projected object. The modelling and reporting process can be carried out in software that implements the Business Intelligence concept.

Conclusions. The proposed methodology for assessing prospective properties based on big data analysis can be used in decision-making by both construction companies and participants in the secondary real estate market for efficient parametric selection of properties according to customer requests.

KEYWORDS: site, construction, perspective, attractiveness, forecasting, planning, big data, analysis, management, solutions

FOR CITATION: Sirotkiy A.A. Application of data analytics methods to assess the prospectivity of planned real estate developments.. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2023; 13(2):10. URL: <http://nsjournal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.2.10

Corresponding author: Alexei A. Sirotkiy, hotwater2009@yandex.ru.

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия наблюдается бурный рост строительной отрасли. Строительство признано в России приоритетным сектором развития экономики страны.

Среди проектируемых и возводимых объектов недвижимости можно выделить два наиболее крупных класса: жилая недвижимость и офисная. К офисной недвижимости относятся различные здания и сооружения для организации в них технопарков и размещения субъектов малого предпринимательства. Жилая недвижимость ориентирована на заполнение спроса на объекты жилого фонда (ОЖФ) городов, и прежде всего таких крупных городов, как Москва и Санкт-Петербург. Есть еще один класс объектов, называемых «апартаменты», который обладает признаками и ОЖФ, и офисного. Фактически апартаменты по своим свойствам близки к ОЖФ, но документально являются офисными помещениями.

На каждый тип объектов существует свой спрос и покупатель. При планировании строительства, выборе мест размещения объектов, определении их типа ключевым вопросом является перспективность планируемых объектов в плане их наиболее быстрой реализации на рынке и заполнения.

В этом контексте под перспективностью объектов строительства будем понимать потенциально возможную востребованность данного типа объектов в определенном местоположении при текущих условиях окружающей инфраструктуры.

Исходя из этого, при выборе и получении участка под застройку строительной компании следует проанализировать, какие типы объектов и с какими характеристиками могут быть наиболее перспективными для возведения в конкретном местоположении, каковы их перспективы реализации, и от каких объектов будет получена наибольшая прибыль.

Качественный анализ позволит определить соответствующие стратегии развития бизнеса, минимизировать риски прямых и косвенных финансовых потерь и убытков, а также ускорить оборачиваемость вложенных (инвестируемых) средств.

Анализ различных факторов, влияющих на перспективность объектов недвижимости, и принятие на его основе взвешенного аргументированного решения, которое с высокой степенью вероятности совпадет с реальностью, является научной проблемой в области обработки данных в строительной сфере и управлении в строительстве.

Эта проблема изучается в работах ряда исследователей. В труде А.Ю. Кривогуз и Е.С. Озерова [1] анализируется перспективность расширения рынка апартаментов в г. Санкт-Петербурге. Авторы отмечают, что на многие земельные участки есть ограничения, ввиду которых они не могут быть использованы для жилой застройки. Именно в этом контексте рассматривается перспективность апартаментов, как объектов, широко пригодных для предоставления в аренду, а следовательно, получения регулярного дохода. При этом подчеркивается, что на рынке Москвы доля недвижимости, имеющей статус апартаментов, намного выше, чем в Санкт-Петербурге. На основании проведенных для конкретного примера расчетов авторы пришли к выводу о том, что стоимость земельного участка оказывается в три раза выше при размещении на нем апартаментов, нежели классического бизнес-центра. Статья П.С. Батина, А.В. Дубровского, Т.В. Ивановой [2] посвящена вопросу планирования и развития территорий Новосибирска в рамках реализации программы по реновации жилья. Авторы указывают, что для решения поставленной задачи необходима подробная база данных объектов недвижимости, и в качестве одного из важнейших ее параметров они предлагают учитывать прогнозируемый срок окончания их эксплуатации. При оценке стоимости объекта недвижимости стоит особенно

уделять внимание анализу рынка в целом с целью выявления дополнительных факторов, в том числе планировочных решений ОЖФ, местоположения и т.п., — пишет Д.В. Львова [3]. В публикации А.М. Крыгиной и А.А. Дмитриевой [4] перспективной названа экологичная малоэтажная недвижимость в рамках массового жилищного строительства. На основании проведенного экономического анализа приводятся обоснования перспективности решений такого типа, причем их возможно осуществить с применением строительных материалов, имеющихся в регионе строительства. А.В. Зобнев и С.А. Баронин [5] подошли к данному вопросу с позиции энергоэффективности зданий и сооружений. Они отмечают возможность снижения стоимости объектов недвижимости, а следовательно, и их привлекательности, за счет управления энергоэффективностью на этапе капитального строительства. Похожее исследование с учетом иностранного и отечественного опыта, с применением методов моделирования жизненных циклов строительства и оценки затрат проводится К.Ю. Кулаковым и С.А. Барониным [6].

Определение потенциальной привлекательности будущего объекта недвижимости — задача прогнозная, которая опирается на методологию обработки больших данных. Прогнозные методы, как правило, строятся на базе детального изучения ретроспективы, что позволяет выдвинуть гипотезы о возможных тенденциях развития общества и городского хозяйства. В этой связи методы оценки перспективности планируемых к возведению объектов недвижимости во многом должны опираться на уже имеющееся городское пространство и его стадии формирования. С этих позиций представляет интерес работа Е.А. Брюхановой [7], в которой рассматривается применение современных геоинформационных технологий для изучения формирования городского пространства в различных исторических периодах. В данном исследовании учитывается довольно широкий спектр показателей: место нахождения объектов, собственники, количество и описание строений, и др. Сопоставление исторических сведений с текущей геоинформацией может предоставить новые знания, извлечение которых возможно с помощью технологий обработки больших данных.

Применение методов анализа больших данных в строительстве является одним из новых и актуальных направлений исследования. Поскольку строительные компании работают в режиме многозадачности, реализуют в реальном режиме времени различные проекты, то обобщенные методологии анализа и принятия решений в этой сфере оказываются недостаточно эффективными и не опираются на достоверные аналитические данные. Использование технологий и методов обработки больших данных в строительстве рассматривается в ряде научных работ. Так, в статье Ю.А. Кожемяченко [8] про-

водится анализ совмещения технологий обработки больших данных с ВІМ-платформами. В труде П.Б. Кагана [9] также отмечается важность интеграции технологий обработки больших данных еще на этапе создания ВІМ-моделей и одновременно с этим указывается, что анализ больших данных на этапе планирования позволяет существенно снизить риски проектов. В статье того же автора [10] изучается вопрос о моделировании застройки территорий как этапа планирования и исследования потенциальных возможностей возведения востребованных объектов строительства. В другой работе П.Б. Кагана [11] предлагается алгоритм интеллектуального анализа данных на этапах технико-экономического обоснования проектов и принятия решений о заключении контрактов на строительство. Аналогичное мнение о применении технологий искусственного интеллекта, которые могут быть использованы для принятия решений при создании проектов строительства и экономии бюджета, изложено и в статье Г.И. Есболай [12]. Базовые методы обработки больших данных в задачах информационной поддержки строительных компаний рассмотрены К.В. Постновым и П.Б. Каганом [13], ключевым выводом которой является заключение об экономической целесообразности применения технологий больших данных в строительной отрасли. В книге М. Casini [14] современный этап научно-технологического развития назван четвертой промышленной революцией, в ходе которой происходит существенное изменение методов проектирования, строительства и эксплуатации объектов недвижимости, основная цель которых — создание устойчивой, безопасной, комфортной и доступной среды. Интересные идеи на примерах построения моделей реинжиниринга территорий и застройки также приведены П.А. Журавлёвым и С.Б. Сборщиковым [15], авторы предлагают критерии количественной оценки и уровня важности параметров, на основе которых возможно управление сценариями построения проектных решений.

Цель настоящего исследования — формирование подходов к принятию решений о выборе наиболее перспективных объектов, создание которых окажется востребованным в данном месте в данное время.

В рамках указанной цели ставятся задачи:

- анализа факторов, влияющих на принятие решений;
- методологии оценки перспективности объектов;
- последовательности и принципов принятия управленческих решений на основе применения методов анализа больших данных.

На текущий момент еще не выработаны и не обсуждены подходы, которые могут быть положены в основу аналитики, направленной на прогнозирование потенциальной перспективности строительства

объектов определенных классов с учетом извлечения максимальной прибыли для бизнеса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Развитие технологий обработки и анализа данных позволяет существенно повысить эффективность бизнес-процессов и качество принимаемых управленческих решений. Внедрение этих методов и технологий в сфере строительства и управления недвижимостью — актуальная задача. До сих пор рынок недвижимости не систематизирован, его параметры не полностью формализованы, и в целом он отстает от темпов цифровизации общественной среды.

В процессах принятия решений о целесообразности и перспективности строительства объектов, выбора их типажа и характеристик, возможности извлечения прибыли и времени оборота капитала, экономичности проектов строительства необходим многофакторный анализ больших данных, который может увеличить достоверность принимаемых решений.

Методы исследования включают: анализ и обобщение опубликованных научных исследований; применение системного анализа и системного подхода к изучению научных проблем; структурное и математическое моделирование явлений и процессов; теорию и практику цифровизации экономических систем, включая цифровую трансформацию предприятий, отраслей, регионов; внедрение сквозных цифровых технологий в промышленности, сфере финансов и коммерции; реализацию концепции «Индустрия 4.0» [16]; средства и методологию обработки больших данных [17] и больших массивов информации; теорию и методологию объектно-ориентированного подхода в классификации объектов исследований; методы построения баз данных и баз знаний; реляционные модели баз данных; методологию исследования, детализации и декомпозиции процессов drill-down; теорию прогнозирования и статистического анализа.

Примененные методы, подходы и представленная модель анализа данных для оценки перспективности планируемых к строительству объектов могут быть также применены в деятельности риелторских компаний на вторичном рынке, для целей формализации требований клиентов, создания единого многофакторного представления характеристики параметров объектов недвижимости, автоматизации поиска наилучших предложений, максимально удовлетворяющих запросы клиентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходя из поставленной цели и задач исследования, можно первоначально определить, что любая строительная компания, как и любой субъект бизнеса, заинтересована в извлечении максимальной

прибыли от разработки и реализации своих проектов. Строительные проекты отличаются высокими затратами и капиталовложениями. При реализации строительных проектов всегда существует вероятность получения результатов, отличающихся от ожидаемых как в плане финансовой прибыли, так и в отношении сроков возврата инвестиций.

В этой связи возникают задачи провести прогнозный анализ перспективности планируемого к возведению объекта недвижимости и уточнить его характеристики, которые следует заложить на этапе проектирования. Так, например, при возведении офисно-делового центра значимыми характеристиками являются площади и планировки отдельных офисных помещений. Маленькие офисы могут быть востребованы для одного сегмента бизнеса, а большие — для иного. Неверное прогнозирование потенциальной востребованности объектов по их характеристикам может оказаться фатальной ошибкой, которая станет причиной невостребованности данных объектов на рынке.

Первоначально при выборе земельного участка под застройку компания исходит из:

- области наиболее эффективного использования земельного участка;
- вида разрешенного использования земельного участка;
- возможности перевода земельного участка под другой вид использования и соответствующих при этом трудовых, временных, организационно-правовых и финансовых затрат;
- наличия конкурентов, заинтересованных в освоении данного земельного участка.

Уже на этом этапе возникает необходимость принятия первого однозначного управленческого решения — либо о принятии земельного участка в работу, либо об отказе от него.

В случае принятия в работу земельного участка под освоение и застройку следующим этапом будет принятие решения о виде и типе возводимых сооружений в рамках разрешенного использования. В общем случае может рассматриваться строительство:

- торгового центра;
- офисно-деловых помещений;
- жилых помещений;
- апартаментов, как отдельно рассматриваемого подкласса.

Перечисленные выше разновидности являются не единственными, но наиболее распространенными типами строительных объектов. В реальных ситуациях могут быть и иные разновидности объектов. Однако принять селективное решение, основываясь только на предполагаемом типе объекта, в настоящее время невозможно. Следует рассматривать объекты не только по их типу, но и по совокупности характеристик, на основе которых потенциальный покупатель будет принимать решение о приобретении этого объекта. Для различных покупателей

представляет интерес различная совокупность характеристик объекта. По этой причине необходимо:

- определить максимально возможную совокупность характеристик и параметров, описывающих планируемые к возведению объекты;
- установить все имеющие вес факторы, отражающие внешнюю среду объекта;
- выбрать шкалы измерений;
- формализовать характеристики в параметры, пригодные для алгоритмического анализа.

Рассмотрим эти действия подробнее. Под характеристиками объекта будем понимать совокупность:

- свойств объекта как учетной единицы (например, квартиры);
- свойств объекта, в состав которого входит учетная единица (здание, строение);
- характеристик внешней среды, в которой находится объект.

Прежде всего следует выделить свойства объекта как учетной единицы. Таких свойств может быть множество, и чем большее их количество будет выделено, тем выше будет уровень доверия к результатам оценки его привлекательности, причем методы и технологии обработки больших данных позволяют не только провести интеллектуальное исследование и построить модель оценки, но и выявить новые зависимости, закономерности и знания о факторах, влияющих на уровень привлекательности объекта.

К свойствам единичного объекта (группа параметров Table_ED), которые будут являться атрибутами в реляционном представлении базы данных, на примере жилого помещения нужно отнести:

1. Этаж $N_{\text{эт}}$.
2. Общая площадь S_o .
3. Конечная стоимость C .
4. Удельная стоимость за 1 м^2 $S_{\text{уд}}$.
5. Площадь кухни S_k .
6. Жилая площадь $S_{\text{ж}}$.
7. Количество комнат K_k .
8. Количество санузлов K_c .
9. Тип санузла(ов) T , формализуемый в виде шкалированного (в частном случае — бинарного) значения (например, 0 — совмещенный, 1 — раздельный).
10. Количество балконов K_b .
11. Количество лоджий K_l .
12. Площадь балконов S_b .
13. Площадь лоджий S_l .
14. Тип планировки комнат P , формализуемый в виде шкалированного значения (например, 0 — смежные, 1 — смежно-изолированные, 2 — изолированные, 3 — свободная планировка).
15. Высота потолков H .
16. Площадь прихожей $S_{\text{пр}}$.
17. Площадь подсобных помещений $S_{\text{мп}}$.
18. Направление окон на сторону света Θ .

19. Высота подоконника X .
20. Ширина оконных проемов L .
21. Высота оконных проемов M .

Следует обратить внимание на принцип детализации свойств объекта (применение технологии drill-down, заключающейся в переходе от более общего к частному): каждая характеристика и параметр детализируется и формализуется отдельно. В качестве примера можно привести балконы и лоджии, во многих базах данных по недвижимости не делается разделения по данным элементам, что неверно, поскольку даже одно это свойство может иметь принципиальное значение для отдельно взятого потребителя (заинтересованного лица). Кроме того, исходя из принципа максимальности, необходимо учитывать все параметры объекта, которые возможно выделить и формализовать. Так, последние три параметра в приведенном перечне обычно не встречаются в описаниях объектов недвижимости, но именно они могут иметь решающую роль в привлекательности объекта. Например, существуют дома с увеличенной высотой от пола до подоконника, в таких домах увидеть, что происходит на улице, не подойдя вплотную к окну, а зачастую, и не встав на дополнительную подставку, невозможно. Для большинства потенциальных потребителей этот фактор скорее будет отрицательно влияющим на интерес к такому объекту. Аналогичная ситуация и с размерами окон, влияющими на освещенность помещений. Приведенные параметры наиболее существенные, но не исчерпывающие.

Не смешивая свойства единичного объекта со свойствами здания, как объекта более высокого уровня (в терминах объектно-ориентированного подхода), последний также следует аналогичным образом формализовать и детализировать. Здесь можно выделить следующие ключевые характеристики и параметры (группа параметров Table_OBJ):

1. Общее количество этажей $N_{\text{общ}}$.
2. Количество квартир на этаже Z .
3. Площадь общего холла S_x .
4. Наличие общей двери в холле D , формализуемой в виде бинарного значения (0 — не предусмотрена, 1 — имеется).
5. Возраст здания Q_1 .
6. Проектный срок службы здания Q_2 .
7. Количество лифтов W_1 .
8. Наличие грузового лифта W_2 .
9. Количество подъездов P_o .
10. Номер подъезда, в котором располагается единичный объект P_1 .
11. Материал стен (по неизмеримой шкале).
12. Тип перекрытий (по неизмеримой шкале).
13. Тип кровли здания (по неизмеримой шкале).
14. Прочность материала стен (конструкции) здания μ .
15. Теплопроводность стен здания δ .

16. Общее количество квартир в доме $N_{\text{объект}}$.

17. Географические координаты объекта Geo.

Третий блок параметров и характеристик должен давать полную картину о внешней среде объекта. К таким параметрам, в частности, следует отнести (группа параметров Table_VNSR):

1. Площадь территории, относящейся к дому $S_{\text{терр}}$.

2. Количество парковочных мест, относящихся к территории дома $N_{\text{пм}}$.

3. Количество парковочных мест, приходящихся на одну квартиру $N_{\text{пмкв}}$.

4. Расстояние до ближайшего строения $L_{\text{стр}}$.

5. Расстояние до ближайшего жилого дома $L_{\text{д}}$.

6. Расстояние до ближайшей станции метро $L_{\text{м}}$.

7. Плотность населения в данном микрорайоне r .

8. Расстояние до ближайшей поликлиники $L_{\text{плк}}$.

9. Количество школ в данном микрорайоне $N_{\text{шк}}$.

10. Расстояние до ближайшей школы $L_{\text{шк}}$.

11. Количество детских дошкольных учреждений в данном микрорайоне $N_{\text{дет}}$.

12. Расстояние до ближайшего детского дошкольного учреждения $L_{\text{дет}}$.

13. Расстояние до ближайшей остановки общественного транспорта $L_{\text{трансп}}$.

14. Количество пересадок, которые необходимо совершить при поездке до центра города U .

15. Медианное значение времени в пути общественным транспортом до центра города $T_{\text{пути}}$.

16. Показатель экологического мониторинга микрорайона $G_{\text{экол}}$.

17. Расстояние до ближайшего парка, зеленой прогулочной зоны $L_{\text{отдых}}$.

18. Количество магазинов продуктов в микрорайоне $N_{\text{прод}}$.

19. Показатель индекса цен в магазинах продуктов микрорайона $F_{\text{цен}}$.

20. Количество магазинов хозяйственно-бытового профиля в микрорайоне $N_{\text{хоз}}$.

21. Количество больниц в данном микрорайоне $N_{\text{бол}}$.

22. Коэффициент заполненности стационарных койко-мест в больницах микрорайона $F_{\text{бол}}$.

Приведенный перечень предлагаемых показателей также не полный, его следует дополнять и другими показателями, учитывающими окружающее пространство, инфраструктуру и безопасность жизнедеятельности. Но видно, что по совокупности трех групп характеристик объект недвижимости имеет десятки атрибутов (параметров). А общее их количество, которое надо принимать в анализе во внимание, может превышать сотню. Эти группы позволяют охарактеризовать как сами объекты, планируемые к возведению в имеющемся географическом положении, так и собрать массив данных по уже имеющимся объектам для целей сопоставительного исследования. Однако указанные группы характеристик применимы именно к объектам и их классам, а этого недостаточно для проведения

оценки перспективности планируемых к созданию объектов. Дополнительно требуются сведения о ретроспективе рыночных показателей в отношении объектов окружения. Для этого необходима еще как минимум одна группа показателей рыночного окружения, в которую следует включить следующие показатели (группа параметров Table_ECON):

1. Дата выставления объекта на продажу (DD1.MM1.YY1).

2. Время экспозиции (DD2.MM2.YY2).

3. Первоначальная цена предложения R_1 .

4. Количество снижений цены K_1 .

5. Количество запросов (обращений) по предложению K_2 .

6. Количество показов объекта K_3 .

7. Цена сделки R_2 .

8. Тип рынка (0 — на этапе застройки, 1 — первичный на этапе сданного объекта, 2 — вторичный).

9. Порядковый номер сделки с данным объектом E .

10. Показатель юридической чистоты объекта $F_{\text{юр}}$.

Параметры рыночного окружения позволяют оценить рыночную динамику спроса на объекты данного класса, основываясь на истории сделок. Они могут собираться в непрерывном (регулярном) режиме методами парсинга данных из открытых источников, что является одной из технологий работы с большими данными. Наибольшие трудности представляют два последних показателя. Сведения о переходе прав на объекты недвижимости могут быть получены, но для этого необходимы запросы в единый государственный реестр недвижимости. Показатель юридической чистоты сделки имеет существенное значение, так как при прочих равных условиях объекты с различной юридической чистотой могут иметь различную привлекательность. Однако автоматизировать процесс вычисления этого показателя проблематично, вопрос является предметом отдельного исследования.

Схема взаимосвязей характеристик и параметров объектов, исходя из их уровней, приведена на рис. 1. Важно отметить, что совокупность сведений по существующим объектам — это массив пополняемых больших данных, которые служат основой анализа. Сведения по планируемым к возведению объектам указываются в части их проектной документации, и задачей построения модели является ответ на вопрос о перспективности создания объектов с планируемыми свойствами и параметрами. Перспективность планируемых объектов можно рассматривать как функцию от совокупности групповых параметров:

$$P_i = f\{Table_ED_i, Table_OBJ_i, Table_VNSR_i, Table_ECON_i\}. \quad (1)$$

Значения P_i можно рассчитать несколькими способами. Наиболее перспективные:

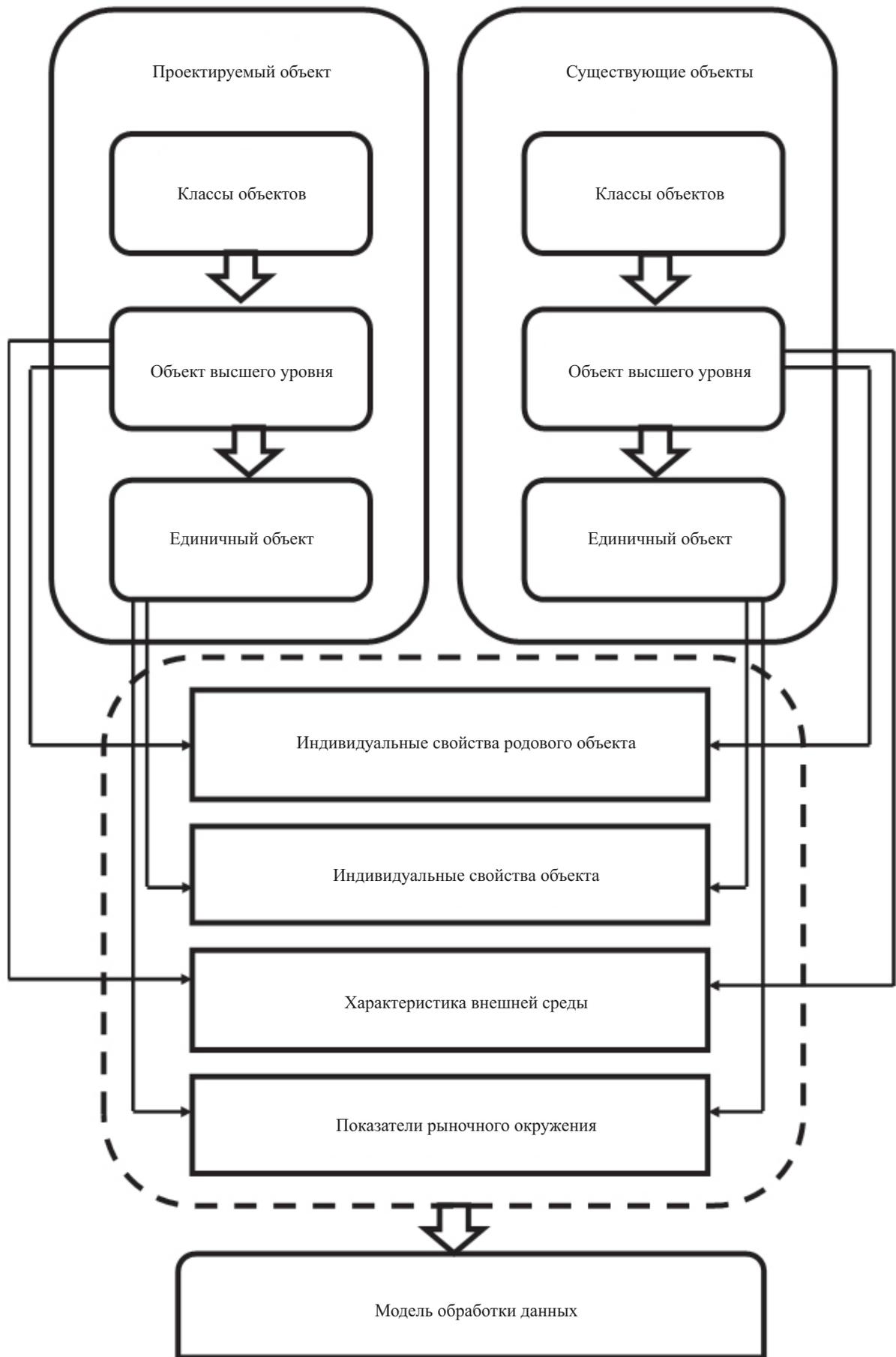


Рис. 1. Схема взаимосвязей характеристик и параметров объектов

- применение обучающейся на пополняемых наборах данных нейросети;
- применение метода вычислений интегральных показателей.

Вычисление интегральных показателей дает возможность получить обобщающее значение, характеризующее в целом влияние анализируемых данных на оценку перспективности объекта. Интегральное значение позволяет сопоставить исследуемый объект с объектами сравнения и проследить динамику изменений в масштабах времени. Этот подход является объективным аналитическим методом, хорошо подходящим для решения поставленной задачи. Применение указанной методологии анализа данных на примере маркетинговых исследований хорошо представлено в работе С.В. Закускина [18]. Применительно к задаче исследования интегральные показатели вычисляются отдельно для каждой группы наборов данных (таблиц):

$$\begin{cases} I_Table_ED = W'_{ED} \cdot P'_{ED} \\ I_Table_OBJ = W'_{OBJ} \cdot P'_{OBJ} \\ I_Table_VNSR = W'_{VNSR} \cdot P'_{VNSR} \\ I_Table_ECON = W'_{ECON} \cdot P'_{ECON} \end{cases}, \quad (2)$$

где W' — векторы весов; P' — векторы значений свойств и характеристик.

Тогда перспективность объектов можно считать как интегральный показатель интегральных показателей наборов данных:

$$\begin{aligned} \Pi_i = & W'_{ED} \cdot I_Table_ED + \\ & + W'_{OBJ} \cdot I_Table_OBJ + \\ & + W'_{VNSR} \cdot I_Table_VNSR + \\ & + W'_{ECON} \cdot I_Table_ECON. \end{aligned} \quad (3)$$

Предметным вопросом являются принципы определения величин весовых значений. Обычно в этих целях применяется экспертный подход. Так, например, в работе [19] А.М. Мороз, решая родственную задачу установления потребительских качеств коттеджных поселков, приводит свой экспертный взгляд на определение как весовых значений, так и значений показателей.

Однако стоит обратить внимание, что привлекательность объекта для любого заинтересованного лица, хоть и на подсознательном уровне, оценивается на основании рассматриваемых критериев и показателей. Просто не каждый потребитель четко и предельно их формулирует и осознает. Поэтому целесообразно, используя опросные методы, выявить ранги предпочтений заинтересованных лиц. Для этого достаточно предложить заинтересованным лицам ранжировать формализованные показатели по степени важности. Тем показателям, которые статистически окажутся в приоритете у большинства потребителей, следует придать наибольшие значения весов.

Модель системы обработки данных представлена на рис. 2. Информация о существующих объектах собирается из множества источников, прежде всего из ресурсов сети интернет, на которых публикуются предложения об объектах недвижимости и сведения об имеющихся строениях. Материалы о планируемых к возведению объектах поступают из автоматизированных информационных систем и баз данных предприятия (застройщика). Промежуточным звеном системы служит ETL-процесс (Extract, Transform, Load), который производит промежуточную обработку данных. Поскольку данные поступают из различных источников, они имеют различный состав и различную структуру. Помимо них извлекается информация о составе и структуре данных, эти сведения являются метаданными и используются для построения промежуточных таблиц с данными в ETL-процессе. В этом смысле ETL-процесс решает задачу интеграции систем на основе обработки метаданных [20]. Также в ETL-процессе производится очистка данных от избыточности и лишних сведений, не представляющих интереса для анализа. Обработанные на промежуточном этапе данные поступают в аналитическую систему, которая формирует отчеты по заданному алгоритму.

Организация структуры хранения информации в базе данных аналитической системы может быть организована по схеме «звезды» с одной таблицей фактов и несколькими связанными таблицами измерений (рис. 3). Сведения в таблицах являются нормализованными и иерархически связанными посредством ключей. Такая организация данных позволяет применить интерактивную аналитическую обработку с использованием концепции Business Intelligence [21]. Business Intelligence, реализуемый и используемый в виде программных инструментов, дает возможность с применением заложенных алгоритмов аналитики получать из накопленных данных конкретные знания о факторах, влияющих на перспективность объекта недвижимости. На основании этих знаний принимаются конкретные решения по проекту строительства. Система Business Intelligence формирует отчеты в режиме реального времени, и на их основании управленческим звеном компании принимается решение о перспективности планируемых объектов. В случае, если оценки перспективности окажутся низкими, может быть реализована обратная связь (рис. 2), подразумевающая внесение коррекций в параметры, свойства и характеристики проектируемого объекта с целью повышения его перспективности. Таким образом, применение платформы Business Intelligence способствует интерпретации больших массивов информации, выявляя ключевые факторы эффективности и моделируя исход различных вариантов действий.

Предложенная методология анализа больших данных об окружающих объектах позволит получать актуальную информацию для принятия решений на этапе проектирования объектов строитель-

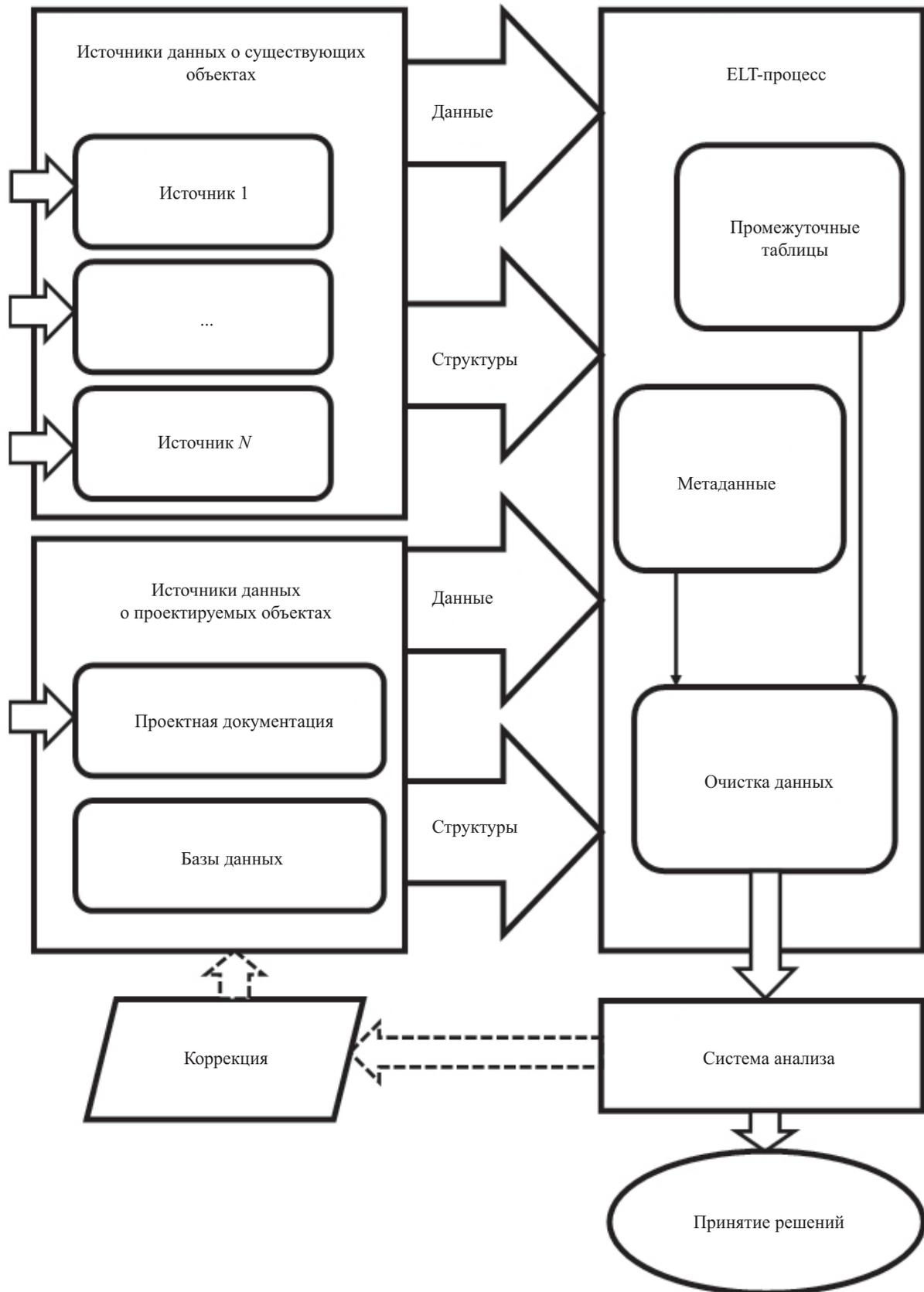


Рис. 2. Модель системы обработки данных

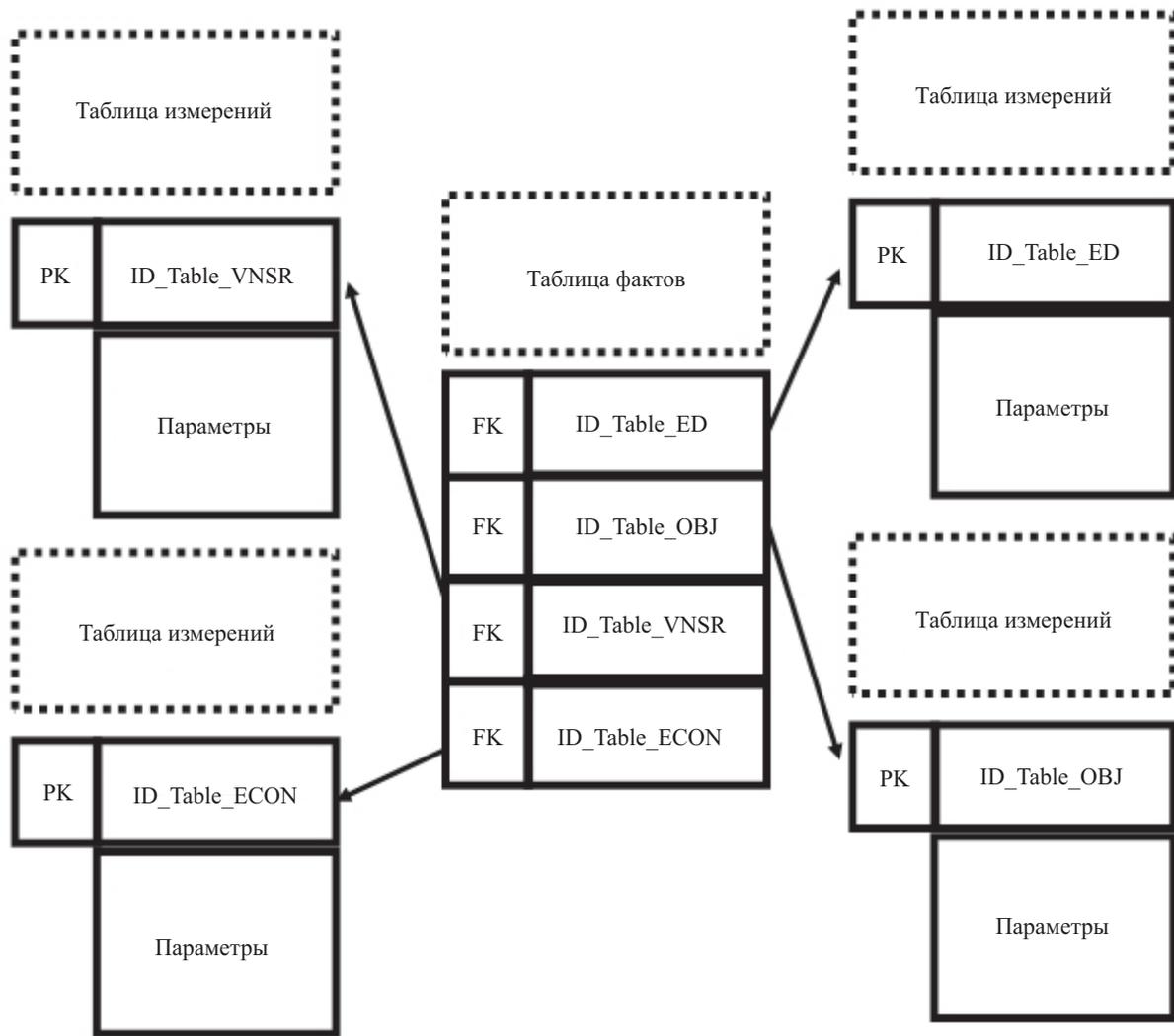


Рис. 3. Структура базы данных аналитической системы

ства, своевременно выявлять риски для бизнеса, предупреждать о неочевидных изменениях конъюнктуры на рынке недвижимости и прогнозировать развитие событий с целью принятия наиболее точных и достоверных решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования выявлено, что на текущий момент отсутствуют методологические подходы к оценке перспективности возведения объектов недвижимости, исходя из всеобъемлющего анализа их свойств, параметров, характеристик, а также сопоставления с уже существующими объектами, представленными на рынке недвижимости. Задача оценки перспективности планируемых к строительству объектов, разделяя их по видам и типам, а также классифицируя по основным характеристикам, является актуальной для компаний-застройщиков и дает возможность адекватно оценить перспективы развития бизнеса, минимизировать риск убытков, повысить прибыльность и сроки окупаемости проектов.

Применение технологий обработки больших данных, организация сбора информации в непрерывном режиме из множества источников, ее накопление, а также ее анализ совместно с данными по проекту позволяют на начальной стадии спрогнозировать перспективность планируемого строительства.

Введение понятия перспективности объекта недвижимости как обобщенной характеристики, определяющей потенциальную востребованность объекта в рыночных условиях, позволяет оценить проект на качественно новом уровне, исходя из запросов потребителей. Перспективность объекта определяется совокупностью как его свойств и характеристик, так и внешней среды, в которой он находится. В этой связи предложены группы характеристик, по которым целесообразно выполнение исследования свойств объектов и моделирования их перспективности.

В результате исследования предложено все свойства и характеристики объектов разделить на 4 группы, исходя из критериев соотносимости

с самим объектом, родовым объектом, внешней средой и экономическим окружением.

В качестве аналитической модели может быть использован метод вычисления интегральных показателей для каждой группы свойств, а также итоговый интегральный показатель перспективности объекта. Следует особенно отметить, что чем больше будет использован массив данных по имеющимся объектам и истории сделок с ними, тем выше достоверность интегральной оценки перспективности строительства новых объектов.

В качестве решения задачи об определении весовых значений при расчете интегральных показателей, помимо экспертного подхода, предложен опросный метод, позволяющий ранжировать составляющие параметры и характеристики объектов с позиций реальных потребителей, что даст возможность в совокупности с экспертным подходом повысить релевантность определения весовых значений.

Предложенная модель обработки данных базируется на фундаментальных канонах математических и естественных наук, статистическом анализе, моделях и алгоритмах обработки больших данных. В рамках модели реализован принцип сбора сведений из многих источников и интеграции их в обработке с информацией из собственных баз данных предприятия и проектной документацией. Для аналитической системы представлена структура базы данных типа «звезда» с единой таблицей фактов.

Система обработки данных может быть реализована как по разомкнутому принципу, позволяющему провести анализ действующего проекта, так и по замкнутому принципу, с обратной связью, позволяющей

проводить коррекцию параметров проекта в зависимости от результатов оценки перспективности.

Программные средства анализа, реализующие концепцию Business Intelligence, являются первичным инструментарием выбора, поскольку позволяют формировать любые требуемые отчеты в режиме реального времени, а также легко интегрируются с различными источниками данных посредством реализации ETL-процесса, при котором происходит очищение информации и ее переформатирование.

Предложенные и рассмотренные решения могут быть использованы не только застройщиками в рамках задачи по оценке перспективности планируемых к возведению объектов недвижимости, но также компаниями, работающими на вторичном рынке недвижимости, для максимально эффективного подбора объектов недвижимости исходя из четко формализуемых и параметризованных запросов клиентов.

Применение рассмотренной методологии и предложенных решений может стать научной основой управления бизнесом [22] и предприятиями на уровне организационно-управленческого менеджмента [23, 24], в том числе предприятий строительного комплекса и управления недвижимостью.

Дальнейшими исследованиями этой проблематики станет развитие теории и методологии обработки больших данных в организациях строительной сферы, моделирование параметрических взаимосвязей между свойствами объектов недвижимости и выявление новых знаний и закономерностей, влияющих на перспективность объектов недвижимости.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Кривогуз А.Ю., Озеров Е.С.* Апартаменты как наиболее привлекательное направление девелопмента // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли : сб. тр. науч. и учебно-практ. конф. 2017. С. 65–71.

2. *Батин П.С., Дубровский А.В., Иванова Т.В.* Реновация жилья и перспективное планирование развития территорий населенных пунктов // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. 2019. Т. 1. С. 19–24.

3. *Львова Д.В.* Анализ ценовой политики на рынке жилой недвижимости // Форум молодых ученых. 2017. № 7 (11). С. 487–491.

4. *Крыгина А.М., Дмитриева А.А.* Проблемы территориального воспроизводства жилищной недвижимости // Проблемы развития современного общества : сб. науч. тр. 3-й Всерос. науч.-практ. конф. 2015. С. 181–187.

5. *Зобнев А.В., Баронин С.А.* Управление энергоэффективностью на основе расчета стоимости жизненных циклов объектов недвижимости по совокупным затратам // Национальная Ассоциация Ученых. 2020. № 58–3 (58). С. 42–45.

6. *Кулаков К.Ю., Баронин С.А.* Стоимостное моделирование жизненных циклов строительства зданий на основе совокупных затрат и оценка стоимости контрактов на жизненные циклы недвижимости // Недвижимость: экономика, управление. 2019. № 1. С. 32–38.

7. *Брюханова Е.А.* Геоинформационные технологии в изучении городского пространства XIX–XX веков // Цифровая гуманитаристика: ресурсы, методы, исследования : мат. Междунар. науч. конф. 2017. С. 12–15.

8. *Кожмяченко Ю.А.* Перспективы применения больших данных в строительстве // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 34. С. 1293–1297.

9. *Каган П.Б.* Аналитические исследования больших массивов данных в строительстве // Про-

мышленное и гражданское строительство. 2018. № 3. С. 80–84.

10. Каган П.Б. Моделирование застройки территорий // Вестник КИГИТ. 2012. № 12–3 (30). С. 9.

11. Каган П.Б. Поточковые технологии анализа данных в строительном организационно-технологическом проектировании // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 4. С. 48–52. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.04.48-52

12. Есболай Г.И. Применение новых технологий в строительной отрасли и девелопменте // Наука через призму времени. 2021. № 12 (57). С. 21–23.

13. Постнов К.В., Каган П.Б. Технологии “big data” для информационной поддержки работы предприятий строительного комплекса // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы : сб. мат. семинара, проводимого в рамках VI Междунар. науч. конф. 2018. С. 202–206.

14. Casini M. Construction 4.0: Advanced technology, tools and materials for the digital transformation of the construction industry. 2022. DOI: 10.1016/B978-0-12-821797-9.00014-3

15. Журавлев П.А., Сборщиков С.Б. Сводная параметрическая модель организации реинжиниринга территорий и застройки // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. № 9. С. 1240–1249. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.9.1240-1249

16. Бабкин А.В., Акмаева Р.И., Александров Ю.Д., Александрова А.В., Алетдинова А.А., Балякин А.А. и др. Цифровизация экономических систем: теория и практика. СПб. : Политех-Пресс, 2020. 796 с. DOI: 10.18720/ПЕР/2020.3

17. Майер-Шенбергер В., Кукьер К. Большие данные: революция, которая изменит то, как мы жи-

вем, работаем и мыслим. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. 240 с.

18. Закускин С.В. Формирование интегральных показателей в маркетинговых исследованиях по результатам квантификации // Креативная экономика. 2021. Т. 15. № 5. С. 2091–2114. DOI: 10.18334/ce.15.5.112129

19. Мороз А.М. Научное обоснование методики оценки интегрального потребительского качества коттеджных поселков // Экономические науки. 2010. № 3. С. 172–175.

20. Ворошилова О.С., Сиротский А.А. Интеграция информационных систем на основе метамоделирования // Информационная безопасность бизнеса и общества : сб. избранных статей науч.-пед. состава кафедры информационных систем, сетей и безопасности. 2016. С. 18–22.

21. Чернышова Г.Ю. Применение средств Business Intelligence для малого и среднего бизнеса // Информационная безопасность регионов. 2013. № 2 (13). С. 23–26.

22. Сиротский А.А. Научный подход в управлении бизнесом // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации : мат. X открытой Всерос. конф. 2012. С. 438–446.

23. Сиротский А.А. Технологии конкурентоспособного управления предприятиями машиностроения // Ученые записки Российского государственного социального университета. 2013. Т. 2. № 5 (120). С. 177–181.

24. Сиротский А.А. Об инновационных подходах, средствах и методах эффективного управления предприятием // Человеческий капитал. 2011. № 11 (35). С. 64–66.

Поступила в редакцию 16 ноября 2022 г.

Принята в доработанном виде 2 мая 2023 г.

Одобрена для публикации 2 мая 2023 г.

Об авторе: **Алексей Александрович Сиротский** — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 2806-6696, Scopus: 25633228100, ORCID: 0000-0002-9343-7185; hotwater2009@yandex.ru.

INTRODUCTION

The construction industry has seen rapid growth in recent decades. Construction is recognized in Russia as a priority sector for the country's economy.

There are two major classes of real estate to be designed and constructed: residential real estate and office real estate. Office real estate includes various buildings and structures for the purpose of organizing technology parks and accommodating small businesses. Residential real estate is oriented towards filling the demand for housing stock (HS) in cities, primarily in

large cities such as Moscow and St. Petersburg. There is another class of properties, called “apartments”, which has both HS and office properties. In fact, apartments are close to HS in their properties but are documented as office premises.

For each type of facility there is a different demand and buyer. When planning construction, selecting locations, and determining the type of facilities, the key issue is the prospect of the planned facilities in terms of the fastest possible market and occupancy.

In this context, the future-proofness of construction sites will be understood as the potential demand for

a given type of site in a given location under the current conditions of the surrounding infrastructure.

With this in mind, when selecting and obtaining a building site, the construction company should analyze which types of properties and with what characteristics might be the most promising to build in a particular location, what their prospects for sale are, and from which properties the most profit will be derived.

A qualitative analysis will identify appropriate business development strategies, minimize the risks of direct and indirect financial losses and damages, and accelerate the turnover of invested (investable) funds.

Analyzing the various factors affecting prospective properties and, based on this, making a reasoned decision that is highly likely to coincide with reality, is a scientific problem in the field of data processing in the construction industry and construction management.

This problem has been studied in the works of a number of researchers. In the work of A.Yu. Krivoguz and E.S. Ozerov [1] the prospects of expansion of the apartment market in St. Petersburg are analyzed. The authors note that many land plots are restricted, because of which they cannot be used for residential development. It is in this context that the prospects of apartments are considered, as objects that are widely suitable for renting and therefore generating regular income. It is stressed that in the Moscow market the proportion of properties with apartment status is much higher than in St. Petersburg. On the basis of the calculations made for the case study the authors have come to a conclusion that the cost of land plot is three times higher when putting apartments on it than classic business centre. The article by P.S. Batin, A.V. Dubrovsky, T.V. Ivanova [2] is devoted to the issue of planning and development of Novosibirsk territories within the framework of implementation of housing renovation programme. The authors point out that in order to solve the task, a detailed database of real estate objects is necessary, and they propose to take into account the projected end of their useful life as one of its most important parameters. When assessing the value of the property it is worth paying particular attention to the analysis of the market as a whole in order to identify additional factors, including the planning decisions of the housing, location, etc., — writes D.V. Lvova [3]. In the publication of A.M. Krygina and A.A. Dmitrieva [4] ecological low-rise real estate within the framework of mass housing construction is called promising. On the basis of the economic analysis, justifications are given for promising solutions of this type, and it is possible to implement them using construction materials available in the region of construction. A.V. Zobnev and S.A. Baronin [5] approached this question from the position of energy efficiency of buildings and structures. They note the possibility of reducing the cost of real estate, and therefore their attractiveness, through the management of energy efficiency at the stage of capital construction.

A similar study, taking into account foreign and domestic experience, using methods of modelling life cycles of construction and cost estimation is carried out by K.Y. Kulakov and S.A. Baronin [6].

Determining the potential attractiveness of a future property is a forecasting task that relies on big data methodology. Forecasting methods are usually based on a detailed retrospective study, which allows hypotheses to be made about possible trends in the development of society and urban economy. In this regard, the methods for evaluating the prospects of the planned real estate development should be based largely on the already existing urban space and its stages of formation. From this perspective, the work by E.A. Brukhanova [7], which considers the application of modern geoinformation technologies to study the formation of urban space in different historical periods, is of interest. This study takes into account a fairly wide range of indicators: the location of the objects, the owners, the number and description of buildings, etc. The comparison of historical information with current geo-information can provide new knowledge, which can be extracted with the help of big data processing technologies.

The application of big data analytics in construction is one of the new and relevant areas of research. Since construction companies work in multitasking mode, implementing various projects in real time, generalized methodologies of analysis and decision-making in this area are not sufficiently effective and do not rely on reliable analytical data. The use of technologies and methods of big data processing in construction is considered in a number of scientific papers. For example, an article by Yu.A. Kozhemyachenko [8] analyzes the combination of big data processing technologies with BIM-platforms. P.B. Kagan's work [9] also notes the importance of integrating big data processing technologies at the stage of creating BIM models and at the same time points out that the analysis of big data at the planning stage can significantly reduce the risks of projects. An article by the same author [10] examines the issue of modelling of area development as a stage of planning and research of potential opportunities for the construction of in-demand facilities. Another paper by P.B. Kagan [11] proposes an algorithm for intelligent data analysis at the stages of feasibility study of projects and decision-making on construction contracts. A similar view on the use of artificial intelligence technologies that can be used to make decisions when creating construction projects and saving the budget is also outlined in an article by G.I. Esbolai [12]. Basic methods of big data processing in the information support tasks of construction companies are considered by K.V. Postnov and P.B. Kagan [13], whose key conclusion is the conclusion of economic feasibility of applying big data technologies in the construction industry. In the book by M. Casini [14] refers to the current stage of scientific and technological development as the fourth industrial revolution, during which there is a significant change

in the methods of design, construction and operation of real estate, the main purpose of which is to create a sustainable, safe, comfortable and accessible environment. Interesting ideas on the examples of building models of reengineering of territories and development are also given by P.A. Zhuravlev and S.B. Sborshchikov [15], the authors offer criteria for quantitative assessment and the level of importance of parameters on the basis of which it is possible to manage scenarios of building design solutions.

The purpose of this study is to form a decision-making approach to select the most promising sites that would be in demand in a given location at a given time.

Within this objective are the objectives:

- the analysis of the factors that influence decision-making;
- methodologies for assessing the prospectivity of sites;
- the consistency and principles of management decision-making based on the application of big data analytics.

Approaches that can form the basis of analytics aimed at predicting the potential viability of certain classes of development in order to maximize business returns have yet to be developed and discussed.

MATERIALS AND METHODS

The development of data processing and analysis technologies makes it possible to significantly improve the efficiency of business processes and the quality of management decisions. Implementing these methods and technologies in the construction and real estate management sector is an urgent task. So far, the real estate market has not been systematized, its parameters have not been fully formalized, and it generally lags behind the pace of digitalization of the public environment.

In decision-making processes about the feasibility and viability of building projects, the selection of their type and characteristics, the profitability and turnaround time of capital, and the economics of building projects, a multi-factor analysis of big data is needed which can increase the credibility of the decisions made.

Research methods include: analysis and synthesis of published scientific research; application of systems analysis and systems approach to the study of scientific problems; structural and mathematical modeling of phenomena and processes; theory and practice of digitalization of economic systems, including digital transformation of enterprises, industries, regions; implementation of end-to-end digital technologies in industry, finance and commerce; implementation of the concept of “Industry 4.0” [16]; big data [17] and big data processing tools and methodology; theory and methodology of object-oriented approach in classification of research objects; methods of databases and knowledge base construction; relational database models; methodology of research, detailing and decomposi-

tion of processes; theory of forecasting and statistical analysis.

The applied methods, approaches and the presented data analysis model to assess the prospectivity of properties to be constructed can also be applied to the activities of real estate companies in the secondary market, in order to formalize the requirements of clients, to create a uniform multi-factor representation of the characteristics of properties, to automate the best offers that best satisfy clients' requirements.

RESEARCH RESULTS

Based on the stated purpose and objectives of the study, it can initially be determined that any construction company, like any business entity, is interested in maximizing profits from the development and implementation of its projects. Construction projects are characterized by high costs and capital investment. In construction projects, there is always the possibility of obtaining results that differ from those expected, both in terms of financial returns and in terms of the timing of return on investment.

This raises the challenge of determining the prospective viability of the proposed development and specifying the characteristics that should be considered at the design stage. In the case of an office and business centre, for example, the size and layout of the individual office spaces are important features. Smaller offices may be in demand for one segment of the business, while larger offices may be in demand for another. Mispredicting the potential demand for office space on the basis of its characteristics can be a fatal mistake, resulting in a lack of demand for these properties on the market.

Initially, when selecting a land plot for development, the company proceeds from the following assumptions:

- the most efficient use of the land;
- the type of permitted use of the land plot;
- the possibility of converting a land plot to another type of use and the labour, time, organizational and financial costs involved;
- the presence of competitors interested in developing the land.

It is already at this stage that the first unambiguous management decision needs to be made — either to accept or refuse the land.

If a land plot is accepted for development and construction, the next step is to decide on the type and type of structures to be built within the permitted use. In general, construction may be considered:

- of the shopping centre;
- office and business premises;
- living quarters;
- apartments as a separate subclass.

The above types are not the only, but the most common types of construction projects. In real situa-

tions, there may be other types of objects. However, it is currently not possible to make a selective decision based only on the intended type of object. Objects should be considered not only according to their type, but also according to the set of characteristics on the basis of which a potential buyer will make a decision to purchase this object. Different buyers will be interested in different sets of characteristics. For this reason, it is necessary to:

- define as many characteristics and parameters describing the facilities to be built as possible;
- establish all weighting factors reflecting the external environment of the facility;
- choose a measurement scale;
- formalize the characteristics into parameters suitable for algorithmic analysis.

Let us consider these actions in more detail. By object characteristics we mean the totality:

- the properties of an object as an accounting unit (e.g. a flat);
- the properties of the object of which the unit (building, structure) is a part;
- the characteristics of the external environment in which the object is located.

The first thing to do is to identify the properties of the target as a unit of account. There can be many such properties, and the greater their number, the greater will be the level of confidence in the results of the attractiveness assessment, with big data methods and technologies allowing not only to carry out intelligent research and build an assessment model, but also to identify new dependencies, patterns and knowledge about the factors affecting the attractiveness level of an object.

The properties of a single object (parameter group Table_ED), which will be attributes in the relational database representation, in the example of a dwelling should include:

1. Floor N_{ff} .
2. Total area S_f .
3. Final cost C .
4. Unit cost per 1 m² S_{un} .
5. Kitchen area S_k .
6. Living area S_l .
7. Number of rooms K_r .
8. Number of bathrooms K_b .
9. Type of bathroom(s) T , formalized as a scaled (in some cases binary) value (e.g. 0 for combined, 1 for separate).
10. Number of balconies K_b .
11. Number of loggias K_l .
12. Balcony area S_b .
13. Loggia area S_l .
14. Type of room layout P , formalized as a scaled value (e.g. 0 — adjoining, 1 — adjoining-isolated, 2 — isolated, 3 — free layout).
15. Ceiling height H .
16. Vestibule area S_v .
17. Utility room area S_{ur} .
18. The direction of the windows towards the light side Θ .

19. Sill height X .
20. Width of window openings L .
21. Height of window openings M .

Attention should be paid to the principle of detailing object properties (application of drill-down technology, which consists in going from the more general to the particular): each characteristic and parameter is detailed and formalized separately. As an example, for balconies and loggias, many real estate databases do not distinguish between these elements, which is wrong because even one of these properties may be crucial for an individual consumer (interested party). In addition, based on the maximal principle, it is necessary to take into account all parameters of an object that can be identified and formalized. So, the last three parameters in this list are usually not found in real estate descriptions, but they can play a decisive role in the attractiveness of the property. For example, there are houses with increased height from floor to window sill, in such houses it is impossible to see what is happening in the street without going up close to the window, and often without standing on additional support. For most potential consumers, this factor is likely to have a negative impact on their interest in such a property. The situation is similar with regard to the size of windows, which affects the amount of light in the room. These parameters are the most significant, but not exhaustive.

Without confusing the properties of a single object with the properties of a building as a higher-level object (in terms of the object-oriented approach), the latter should also be similarly formalized and detailed. The following key characteristics and parameters (parameter group Table_OBJ) can be highlighted here:

1. Total number of floors N_f .
 2. Number of flats per floor Z .
 3. Common hall area S_h .
 4. Presence of a common door in hall D , formalized as a binary value (0 — not provided, 1 — present).
 5. Age of the building Q_1 .
 6. Design life of the building Q_2 .
 7. Number of lifts W_1 .
 8. Availability of a goods lift W_2 .
 9. Number of entrances P_0 .
 10. Number of the entrance hall in which the unit is located P_1 .
 11. Wall material (on an unmeasured scale).
 12. Type of overlap (on an unmeasured scale).
 13. The roof type of the building (on an unmeasured scale).
 14. Strength of the wall material (structure) of the building μ .
 15. Thermal conductivity of building walls δ .
 16. Total number of flats in the building N_{object} .
 17. The geographic coordinates of the Geo.
- The third block of parameters and characteristics should give a complete picture of the external environment of the object. These parameters in particular should include (parameter group Table_VNSR):
1. The area of the land belonging to the house S_{area} .

2. Number of parking spaces belonging to the area of the building N_{ps} .
3. Number of parking spaces per flat N_{psf} .
4. Distance to the nearest building L_b .
5. Distance to the nearest residential building L_{rb} .
6. Distance to the nearest underground station L_{us} .
7. Population density in the given neighbourhood p .
8. Distance to the nearest health centre L_{hs} .
9. Number of schools in the neighbourhood N_{sc} .
10. Distance to the nearest school L_{sc} .
11. Number of pre-schools in the neighbourhood N_{ps} .
12. Distance to the nearest pre-school L_{ps} .
13. Distance to the nearest public transport stop L_{tr} .
14. Number of transfers to be made when travelling to city centre U .
15. Median travel time by public transport to the city centre T_{tr} .
16. Neighbourhood Environmental Monitoring Indicator G_{env} .
17. Distance to the nearest park, green walking area L_{rest} .
18. Number of grocery shops in the neighbourhood N_{sh} .
19. Price index indicator in neighbourhood grocery shops F_{price} .
20. Number of convenience stores in the neighbourhood N_{cs} .
21. Number of hospitals in the neighbourhood N_{hos} .
22. Inpatient bed occupancy rate in neighbourhood hospitals F_{hos} .

The above list of suggested indicators is also not complete and should be complemented by other indicators that take into account the surrounding environment, infrastructure and life safety. But it can be seen that a property has dozens of attributes (parameters) based on the totality of the three groups of characteristics. And their total number to be taken into account in the analysis can exceed a hundred. These groups make it possible to characterize both the properties themselves, which are planned to be built in the existing geographical location, and to collect an array of data on existing properties for the purposes of a comparative study. However, these groups of characteristics apply to the sites and their classes, which is not sufficient to assess the prospectivity of the planned facilities. In addition, information on the retrospective market performance of the surrounding properties is required. This requires at least one more group of environmental indicators, which should include the following indicators (parameter group Table_ECON):

1. Date on which the object is offered for sale (DD1.MM1.YY1).
2. Exposure time (DD2.MM2.YY2).
3. Initial bid price R_1 .
4. Number of price reductions K_1 .
5. Number of requests (enquiries) on proposal K_2 .
6. Number of times the object has been shown by K_3 .

7. Transaction price R_2 .
8. Type of market (0 — at build-out stage, 1 — primary at build-out stage, 2 — secondary).
9. The serial number of the transaction with this object E .
10. Indicator of legal clarity of the object F_{leg} .

Market environment parameters allow estimating the market dynamics of demand for properties of a given class, based on the history of transactions. They can be collected on a continuous (regular) basis by parsing data from open sources, which is one of the technologies for dealing with big data. The last two indicators are the most difficult to collect. Information on the transfer of rights to real estate can be obtained, but this requires requests to the unified state register of real estate. The legal clarity indicator is essential because, all other things being equal, properties with different legal clarity may have different attractiveness. However, automating the process of calculating this indicator is problematic and the issue is the subject of a separate study.

A schematic of the relationships between features and parameters of objects, based on their levels, is shown in Fig. 1. It is important to note that the existing facilities are a large data set that provides the basis for the analysis. The information on the objects to be built is specified in the part of their design documentation, and the task of building the model is to answer the question of the prospectivity of creation of objects with the planned properties and parameters. The prospectivity of planned objects can be considered as a function of a set of group parameters:

$$P_i = f \{ \text{Table_ED}_i, \text{Table_OBJ}_i, \text{Table_VNSR}_i, \text{Table_ECON}_i \}. \quad (1)$$

The values of P_i can be calculated in several ways. The most promising ones are:

- the application of a learning neural network on replenishable datasets;
- application of the integral indicator calculation method.

The calculation of integral indicators makes it possible to obtain a summary value, characterizing in general the impact of the analyzed data on the assessment of the prospectivity of an object. The integral value allows to compare the object under study with the objects of comparison and to trace the dynamics of changes over time. This approach is an objective analytical method well suited to the task at hand. The application of the above methodology of data analysis on the example of marketing research is well presented in the work of S.V. Zakuskin [18]. As applied to the research task, integral indicators are calculated separately for each group of data sets (tables):

$$\begin{cases} I_{\text{Table_ED}} = W'_{ED} \cdot P'_{ED} \\ I_{\text{Table_OBJ}} = W'_{OBJ} \cdot P'_{OBJ} \\ I_{\text{Table_VNSR}} = W'_{VNSR} \cdot P'_{VNSR} \\ I_{\text{Table_ECON}} = W'_{ECON} \cdot P'_{ECON} \end{cases}, \quad (2)$$

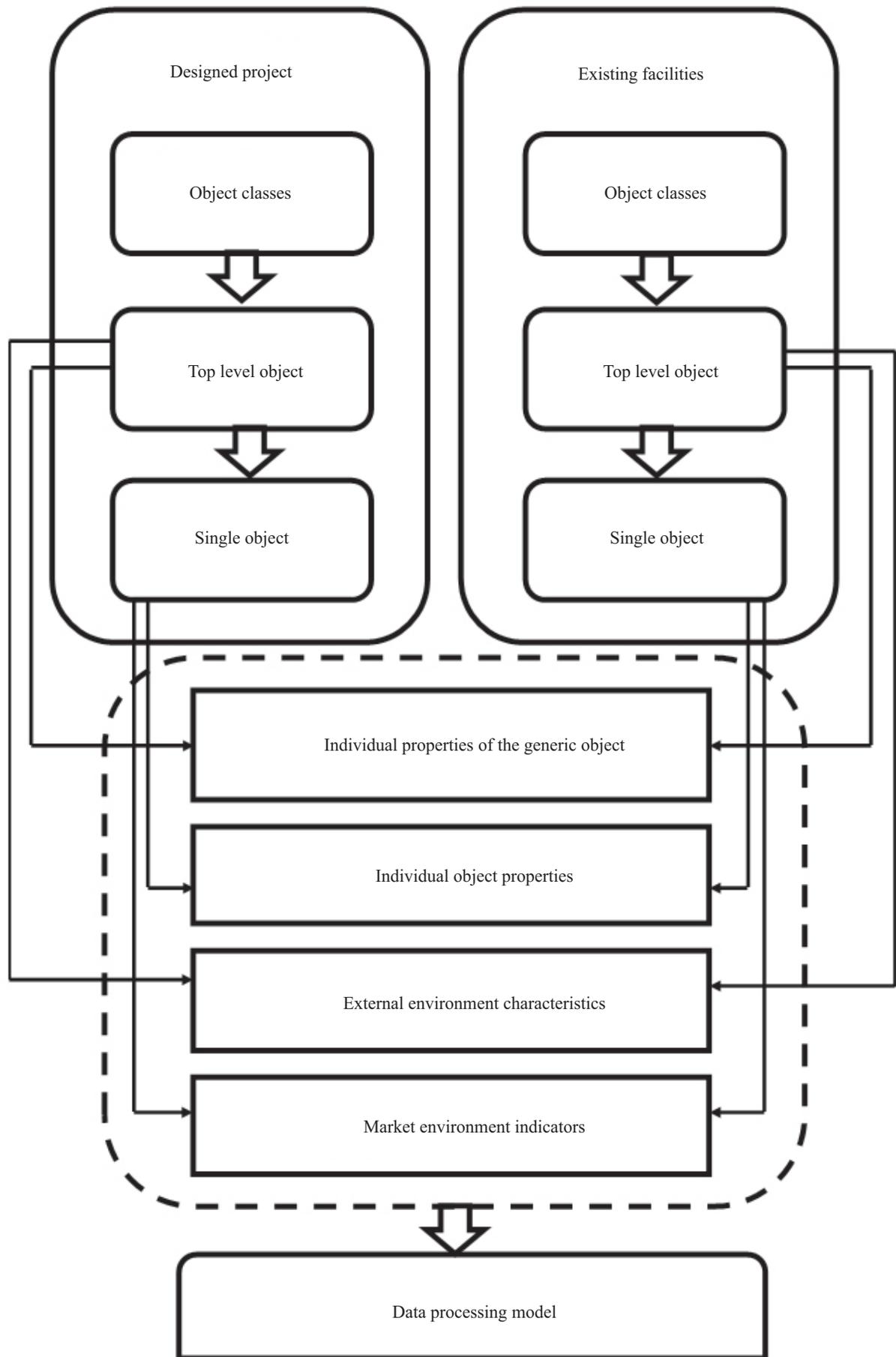


Fig. 1. Schematic of the relationship between object characteristics and parameters

where W' — vectors of weights; P' — vectors of values of properties and characteristics.

The perspective of objects can then be calculated as an integral indicator of the integral indicators of the data sets:

$$\begin{aligned} P_i = & W_{ED} \cdot I_Table_ED + \\ & + W_{ODJ} \cdot I_Table_OBJ + \\ & + W_{VNSR} \times I_Table_VNSR + \\ & + W_{ECON} \cdot I_Table_ECON. \end{aligned} \quad (3)$$

The subject matter is the principles for determining the weighting values. Usually, an expert approach is used for this purpose. For example, in [19], A.M. Moroz, solving a related problem of establishing the consumer qualities of cottage settlements, gives his expert view on determining both the weighting values and the values of the indicators.

However, it is worth noting that the attractiveness of an object to any stakeholder, albeit on a subconscious level, is evaluated on the basis of the criteria and indicators in question. It is just that not every consumer articulates and understands them clearly and precisely. It is therefore advisable, using survey methods, to identify stakeholder preference ranks. To do this, it is sufficient to invite stakeholders to rank the formalized indicators in terms of importance. Those indicators that are statistically prioritized by the majority of consumers should be given the highest weights.

The model of the data processing system is shown in Fig. 2. Information on existing properties is gathered from a variety of sources, primarily from the Internet, which publishes property offers and information on existing buildings. Information on the objects planned for construction comes from automated information systems and databases of the enterprise (developer). The ETL (Extract, Transform, Load) process acts as an intermediate link in the system and carries out the intermediate processing of the data. As the data comes from different sources, it has different composition and structure. In addition, information about the composition and structure of the data is extracted, this information is metadata and is used to build intermediate data tables in the ETL process. In this sense, ETL process solves the problem of system integration based on meta-information processing [20]. The ETL process also cleans the data from redundancy and unnecessary information that is not of interest for analysis. The data processed in the intermediate stage is fed to the analytical system, which generates reports according to a predefined algorithm.

The organization of the information storage structure in the database of an analytical system can be organized in a star pattern with one fact table and several linked dimension tables (Fig. 3). The information in the tables is normalized and hierarchically linked through keys. This organization of data allows the application of interactive analytical processing using the concept of Business Intelligence [21]. Business Intelligence

implemented and used in the form of software tools, makes it possible, with the application of embedded analytical algorithms, to obtain specific knowledge about the factors affecting the prospects of the property from the accumulated data. Based on this knowledge, specific construction project decisions are made. The Business Intelligence system generates reports in real time, and based on these reports, the management of the company makes a decision on the prospects of the planned facilities. In the event that the prospectivity scores are low, a feedback can be implemented (Fig. 2), which implies making adjustments to the parameters, properties, and characteristics of the designed facility in order to improve its prospectivity. In this way, the application of the Business Intelligence platform facilitates the interpretation of large amounts of information, identifying key performance factors and modelling the outcome of different options.

The proposed methodology for big data analysis of surrounding properties will provide up-to-date information for decision-making at the design stage of construction projects, timely identification of business risks, warning of non-obvious changes in the real estate market and forecasting developments in order to make the most accurate and credible decisions.

CONCLUSION AND DISCUSSION

The study has revealed that there are currently no methodological approaches to the evaluation of the prospects of real estate development based on the comprehensive analysis of their properties, parameters, characteristics and comparisons with the existing properties on the real estate market. The task of assessing the prospects of planned construction by dividing them into types and types, as well as by their main characteristics, is relevant to real estate developers and gives an opportunity to adequately assess the prospects of business development, minimize the risk of losses, increase profitability and the payback period of projects.

The application of big data technologies, the organization of continuous data collection from multiple sources, its accumulation, and its analysis together with the project data allow for an early prediction of the prospectivity of the planned construction.

The introduction of the concept of real estate prospectivity as a generalized characteristic determining the potential demand for the object in market conditions allows the project to be evaluated at a qualitatively new level, based on the demands of consumers. The prospectivity of an object is determined by the totality of its properties and characteristics as well as by the external environment in which it is situated. In this regard, we propose groups of characteristics on which it is advisable to carry out a study of the properties of objects and model their prospectivity.

As a result of the study, it is proposed to divide all properties and characteristics of objects into 4 groups, based on the criteria of correlation with the object it

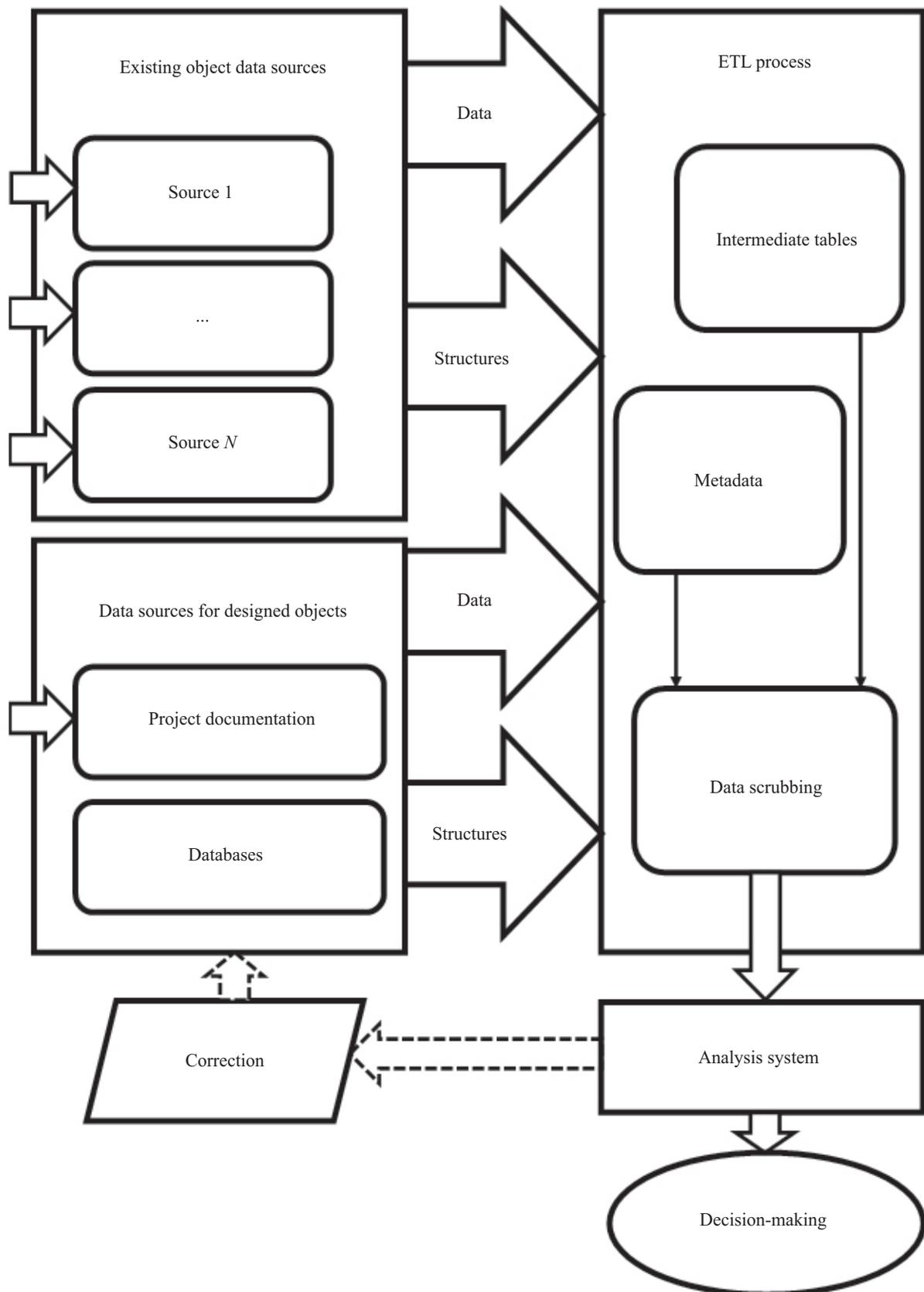


Fig. 2. Model of a data processing system

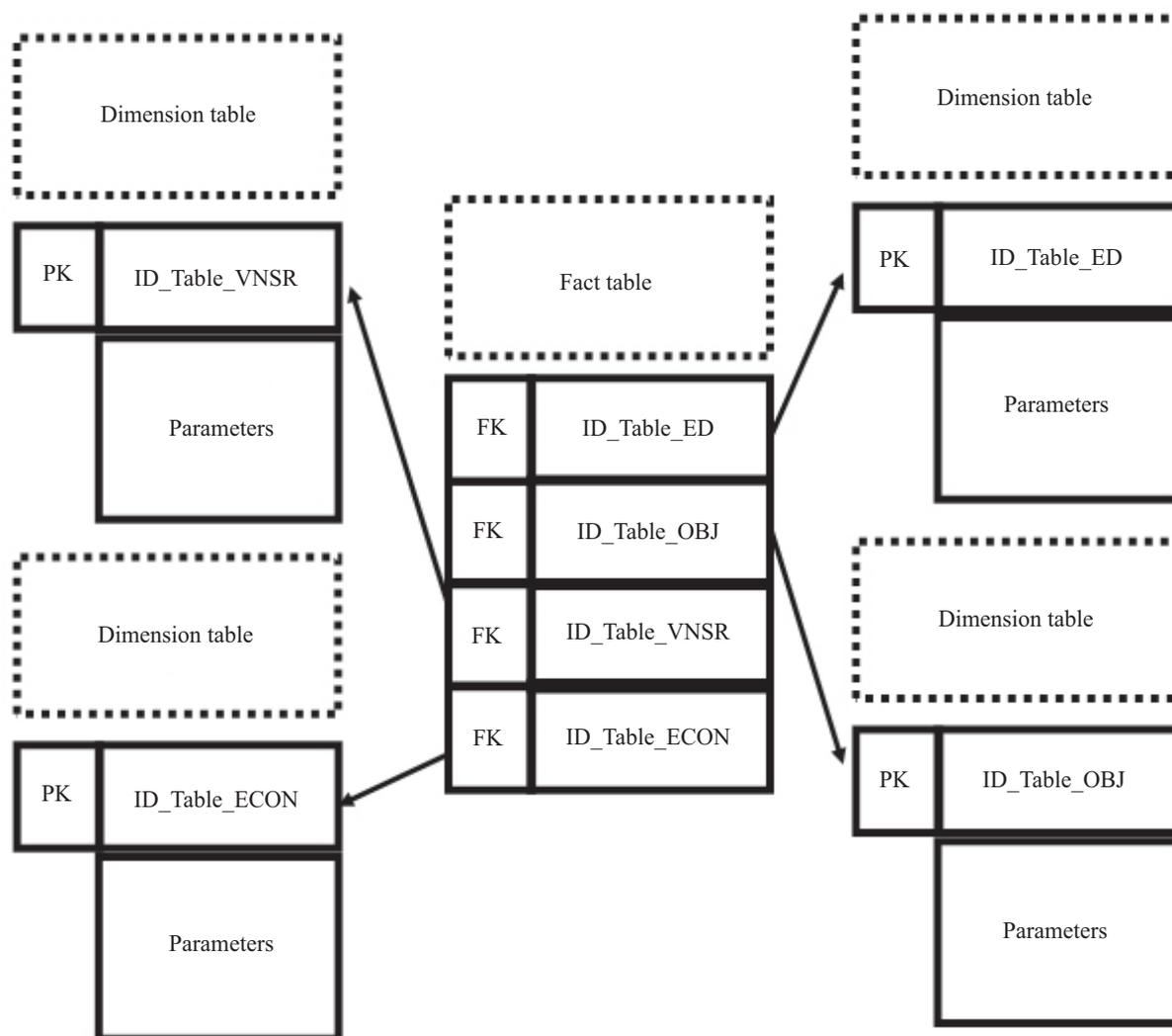


Fig. 3. Structure of the database of the analysis system

self, the generic object, the external environment and the economic environment.

A method of calculating integral indicators for each group of properties, as well as a final integral indicator of the prospectivity of a facility, can be used as an analytical model. It should be particularly noted that the more data on existing properties and their transaction history is used, the higher the reliability of the integral assessment of the prospectivity of new construction.

As a solution to the problem of determining the weighting values when calculating the integral indicators, in addition to the expert approach, a survey method is proposed that allows ranking the constituent parameters and characteristics of facilities from the perspective of real consumers, which will make it possible, in conjunction with the expert approach, to increase the relevance of determining the weighting values.

The proposed data processing model is based on the fundamental canons of mathematical and natural sciences, statistical analysis, models and algorithms for big data processing. The model is based on the principle of collecting data from many sources and integrating them in the processing with information from the com-

pany's own databases and project documentation. A star database structure with a single fact table is presented for the analytical system.

The data processing system can be implemented either in an open-ended manner, allowing for an analysis of the current project, or in a closed-ended manner, with feedback allowing for adjustments to project parameters depending on the results of the prospectivity assessment.

The analysis software implementing the Business Intelligence concept is the primary tool of choice as it allows the generation of any required reports in real time and is easily integrated with various data sources through the implementation of an ETL process in which information is cleaned and reformatted.

The solutions proposed and discussed can be used not only by developers as part of the task of assessing the prospects of planned real estate development, but also by companies operating on the secondary real estate market, in order to maximize the efficient selection of properties based on clearly formalized and parameterized client requirements.

The application of the considered methodology and proposed solutions can become a scientific basis for business management [22] and enterprises at the level of organizational and managerial management [23, 24], including enterprises of the construction complex and real estate management.

Further research in this area will develop theory and methodology for big data processing in construction organizations, modelling parametric relationships between properties and identifying new knowledge and patterns affecting property prospects.

REFERENCES

1. Krivoguz A.Yu., Ozerov E.S. Apartments as the most attractive development destination. *Fundamental and applied research in the field of management, economics and trade : a collection of works of a scientific and educational-practical conference*. 2017; 65-71. (rus.).
2. Batin P.S., Dubrovsky A.V., Ivanova T.V. Renovation of housing and perspective planning of development of territories of human settlements. *Regulation of land and property relations in Russia: legal and geo-spatial support, real estate assessment, ecology, technological solutions*. 2019; 1:19-24. (rus.).
3. Lvova D.V. Analysis of price policy on the market of residential real estate. *Young Scientists Forum*. 2017; 7(11):487-491. (rus.).
4. Krygina A.M., Dmitrieva A.A. Problems of territorial reproduction of housing real estate. *Problems of the development of modern society : collection of scientific works of the 3rd All-Russian Scientific and Practical Conference*. 2015; 181-187. (rus.).
5. Zobnev A.V., Baronin S.A. Energy efficiency management based on calculation of real estate life cycle cost by total cost. *National Association of Scientists*. 2020; 58-3(58):42-45. (rus.).
6. Kulakov K.Y., Baronin S.A. Cost modeling of vital cycles of construction of buildings on the basis of total costs and evaluation of the cost of contracts on life real estate cycles. *Real Estate: Economics, Management*. 2019; 1:32-38. (rus.).
7. Bryukhanova E.A. Geoinformation technologies in the study of urban space of XIX–XX centuries. *Digital Humanities: Resources, Methods, Research : Materials of the International Scientific Conference*. 2017; 12-15. (rus.).
8. Kozhemyachenko Yu.A. Big Data Perspectives in Construction. *Innovation. Science. Education*. 2021; 34:1293-1297. (rus.).
9. Kagan P.B. Analytical studies of big data in construction. *Industrial and Civil Engineering*. 2018; 3:80-84. (rus.).
10. Kagan P.B. Modeling of development of territories. *KIGIT Bulletin*. 2012; 12-3(30):9. (rus.).
11. Kagan P.B. Stream technologies of data analysis in construction organizational and technological design. *Industrial and Civil Engineering*. 2020; 4:48-52. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.04.48-52 (rus.).
12. Esbolaj G.I. Application of new technologies in the construction industry and development. *Science Through the Prism of Time*. 2021; 12(57):21-23. (rus.).
13. Postnov Ks.V., Kagan P.B. Big data technologies for information support of construction complex enterprises. *System engineering of construction. Cyberphysical Building Systems : collection of materials of the seminar held within the framework of the VI International Scientific Conference*. 2018; 202-206. (rus.).
14. Casini M. *Construction 4.0: Advanced Technology, Tools and Materials for the Digital Transformation of the Construction Industry*. 2021. DOI: 10.1016/B978-0-12-821797-9.00014-3
15. Zhuravlev P.A., Sborshchikov S.B. A consolidated parametric model designated for the arrangement of re-engineering of territories and built-up areas. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2022; 17(9):1240-1249. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.9.1240-1249 (rus.).
16. Babkin A.V., Akmaeva R.I., Aleksandrov Yu.D., Aleksandrova A.V., Aletdinova A.A., Balyakin A.A. et al. *Digitalization of economic systems: theory and practice*. St. Petersburg, Polytech-Press, 2020; 796. DOI: 10.18720/IEP/2020.3 (rus.).
17. Mayer-Schönberger V., Cukier K. *Big data. A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. Moscow, Publishing house “Mann, Ivanov and Ferber”, 2014; 240. (rus.).
18. Zakuskin S.V. Integral indicators in marketing research based on the results of quantification. *Creative Economy*. 2021; 15(5):2091-2114. DOI: 10.18334/ce.15.5.112129 (rus.).
19. Moroz A.M. Scientific justification of the methodology for assessing the integral consumer quality of cottage villages. *Economic Sciences*. 2010; 3:172-175. (rus.).
20. Voroshilova O.S., Sirotskiy A.A. Integration of metamodeling-based information systems. *Information security of business and society : Collection of selected articles of scientific and pedagogical staff of the Department of Information Systems, Networks and Security*. 2016; 18-22. (rus.).
21. Chernyshova G.Yu. Application of business intelligence tools for small and average business. *Information Security of Regions*. 2013; 2(13):23-26. (rus.).
22. Sirotskiy A.A. Scientific approach in business management. *Teaching Information Technologies in the Russian Federation : materials of the Tenth Open All-Russian Conference*. 2012; 438-446. (rus.).
23. Sirotskiy A.A. Competitive management technologies of the mechanical engineering enterprises.

Scientific notes of the Russian State Social University.
2013; 2(5):(120):177-181. (rus.).

24. Sirotsky A.A. About innovative approaches,
tools and methods of effective enterprise management.
Human Capital. 2011; 11(35):64-66. (rus.).

Received November 16, 2022.

Adopted in revised form on May 2, 2023.

Approved for publication on May 2, 2023.

B i o n o t e s: **Alexei A. Sirotskiy** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RSCI: 2806-6696, Scopus: 25633228100, ORCID: 0000-0002-9343-7185; hotwater2009@yandex.ru.