

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2023.18.16.020

Пространственные базы данных: обзор и анализ применения для принятия инвестиционных решений по проектам в городской агломерации

Дмовский Роман Игоревич

Аспирант,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
125167, Российская Федерация, Москва, просп. Ленинградский, 49/2;
e-mail: Dmovskiy95@mail.ru

Аннотация

Данная статья посвящена анализу пространственных баз данных – современного инструмента, который используется при принятии финансовых, инвестиционных и управленческих решений для проектов в городской агломерации. Также данные базы данных используются в территориальном планировании и зонировании. Данная статья написана в рамках подготовки кандидатской диссертации по теме «Развитие инструментария оценки стоимости пространственных баз данных», изучает типологию существующих пространственных баз данных, дает их сравнительную характеристику по основным критериям и таким образом обеспечивает дальнейший подход к анализу инструментария оценки таких баз данных. Актуальность данной статьи заключается в комплексном сравнительном анализе пространственных баз данных с точки зрения их использования при принятии финансового, инвестиционного и управленческого решения по проектам в городских агломерациях, а также в наличии критериев баз данных, которые впоследствии можно использовать при формулировании инструментария оценки стоимости пространственных баз данных.

Для цитирования в научных исследованиях

Дмовский Р.И. Пространственные базы данных: обзор и анализ применения для принятия инвестиционных решений по проектам в городской агломерации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 3А. С. 553-563. DOI: 10.34670/AR.2023.18.16.020

Ключевые слова

Пространственные базы данных, оценка стоимости, инвестиционный проект, финансы, агломерации, территориальное планирование.

Введение

Пространственные базы данных играют решающую роль в городском планировании и управлении земельными ресурсами. По мере того, как города и население продолжают расти, возрастает потребность в эффективных методах управления земельными ресурсами, городской инфраструктурой и общественными услугами. Пространственные базы данных являются важным инструментом для планировщиков и девелоперов, предоставляя способ хранения, управления и анализа больших объемов пространственных данных, связанных с землепользованием, зонированием, транспортом и другими городскими особенностями.

В городском планировании пространственные базы данных используются для различных целей, таких как анализ территории, оценка воздействия на окружающую среду, транспортное планирование и развитие инфраструктуры. Эти базы данных позволяют специалистам по планированию создавать пространственные модели городских районов, моделировать различные сценарии и оценивать потенциальное воздействие различных мероприятий. В управлении земельными ресурсами пространственные базы данных используются для отслеживания владения землей, землепользования и стоимости недвижимости, а также для управления сделками, связанными с землей, такими как продажа недвижимости и аренда.

Пространственные базы данных также важны для поддержки государственных служб, таких как управление в чрезвычайных ситуациях, общественная безопасность и мониторинг окружающей среды. Например, пространственная база данных может использоваться для отслеживания местоположения пожарных гидрантов, пожарных станций и других экстренных служб или для мониторинга качества воздуха и воды в городских районах.

В целом, пространственные базы данных являются незаменимым инструментом для градостроителей, девелоперов и государственных чиновников, предоставляя способ управления сложностями городской среды и обеспечения устойчивости городов, пригодных для жизни будущих поколений.

Целью данного анализа является изучение использования пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами с акцентом на выявление ключевых типов пространственных баз данных и их сильных и слабых сторон. В ходе анализа также будут сравниваться различные типы пространственных баз данных на основе таких критериев, как производительность, масштабируемость, стоимость и простота использования, и будут представлены тематические исследования внедрения пространственных баз данных в городское планирование и управление земельными ресурсами.

Целями данного анализа являются:

- предоставить обзор пространственных баз данных, используемых в городском планировании и управлении земельными ресурсами;
- изучить применение пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами;
- выявить сильные и слабые стороны пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами;
- разработать типологию ключевых типов пространственных баз данных, используемых в городском планировании и управлении земельными ресурсами;
- сравнить различные типы пространственных баз данных на основе производительности, масштабируемости, стоимости и простоты использования;

- предоставить тематические исследования внедрения пространственных баз данных в городское планирование и управление земельными ресурсами;
- определить текущие и зарождающиеся тенденции в использовании пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами и обсудить их последствия для будущего этой области.

Типология пространственных баз данных

Пространственные базы данных являются важными инструментами для управления и анализа больших объемов пространственных данных, связанных с землепользованием, зонированием, транспортом и другими городскими особенностями в области городского планирования и управления земельными ресурсами. Существуют различные типы пространственных баз данных, которые могут использоваться в городском планировании и управлении земельными ресурсами, такие как реляционные базы данных (RDBMS), базы геоданных, объектно-ориентированные базы данных (OODBMS), базы данных NoSQL и графические базы данных [Сабри, Витте, 2023; Рамбия и др., 2023; Хаджихейдари, Делавар, Раджабифард, 2023].

Реляционные базы данных являются наиболее часто используемым типом баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами из-за их надежности и зрелости. Базы геоданных – это особый тип СУБД, которые предоставляют расширенные функциональные возможности для управления пространственными данными, такие как управление топологией и пространственное индексирование [Асгари, Калантари, Раджабифард, 2021]. Объектно-ориентированные базы данных (OODBMS) обеспечивают повышенную гибкость и поддержку сложных структур данных, но реже используются в городском планировании и управлении земельными ресурсами из-за их сложности и высокой стоимости. Базы данных NoSQL, такие как хранилища, ориентированные на документы, или хранилища значений ключей, набирают популярность благодаря своей масштабируемости и производительности, но имеют ограниченную поддержку пространственных данных. Графические базы данных становятся многообещающим решением для управления сложными сетями и взаимосвязями в городском планировании и управлении земельными ресурсами [Эгенгофер, Херринг, 1991].

Пространственные базы данных используются в широком спектре приложений городского планирования и управления земельными ресурсами, включая анализ землепользования, транспортное планирование, управление окружающей средой и реагирование на чрезвычайные ситуации. Они позволяют планировщикам и менеджерам интегрировать, визуализировать и анализировать различные источники данных для принятия обоснованных решений и разработки эффективных стратегий.

Однако выбор типа пространственной базы данных зависит от различных факторов, таких как размер и сложность данных, конкретные требования приложения и доступные ресурсы. Каждый тип пространственной базы данных имеет свои сильные и слабые стороны, и важно тщательно оценить и сравнить их, чтобы выбрать наиболее подходящую для конкретного приложения.

В данной статье мы рассмотрим ключевые типы пространственных баз данных, используемых в городском планировании и управлении земельными ресурсами, сравним их сильные и слабые стороны и представим примеры их внедрения в различных приложениях. Мы

также обсудим текущие и формирующиеся тенденции в области пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами и их последствия для будущего этой области.

Пространственные базы данных широко используются в приложениях городского планирования и управления земельными ресурсами благодаря их способности управлять и анализировать большие объемы пространственных данных. Ниже приведены некоторые примеры того, как пространственные базы данных используются в городском планировании и управлении земельными ресурсами:

Анализ землепользования: пространственные базы данных используются для сбора, управления и анализа данных, связанных с землепользованием и правилами зонирования. Эти данные используются для разработки планов землепользования и принятия решений, связанных с изменением зонирования, выдачей разрешений на застройку и экологической оценкой [Hengl et al., 2018; Сафонова, 2022].

Планирование транспорта: пространственные базы данных используются для управления данными, относящимися к транспортным сетям, включая дорожные сети, системы общественного транспорта и велосипедные дорожки. Эти данные используются для разработки транспортных планов и принятия решений, связанных с инвестициями в инфраструктуру, управлением дорожным движением и изменениями в услугах общественного транспорта.

Управление окружающей средой: пространственные базы данных используются для сбора и управления данными, относящимися к особенностям окружающей среды и опасностям, таким как качество воздуха, воды и опасные природные явления. Эти данные используются для разработки экологических планов и принятия решений, связанных с оценкой воздействия на окружающую среду, контролем загрязнения и реагированием на стихийные бедствия [Сабри, Витте, 2023].

Реагирование на чрезвычайные ситуации: пространственные базы данных используются для управления данными, относящимися к реагированию на чрезвычайные ситуации, включая местоположение аварийных служб, маршруты эвакуации и критически важную инфраструктуру. Эти данные используются для разработки планов реагирования на чрезвычайные ситуации и принятия решений, связанных с обеспечением готовности к стихийным бедствиям и реагированием на них.

Это лишь несколько примеров того, как пространственные базы данных используются в городском планировании и управлении земельными ресурсами. Способность интегрировать и анализировать различные источники данных с использованием пространственных баз данных необходима для принятия обоснованных решений и разработки эффективных стратегий.

Пространственные базы данных обладают рядом преимуществ в области городского планирования и управления земельными ресурсами, но у них также есть некоторые ограничения.

Сильные стороны пространственных баз данных

Эффективное управление данными: пространственные базы данных способны эффективно управлять большими объемами пространственных данных и интегрировать различные источники данных, что имеет важное значение для приложений городского планирования и управления земельными ресурсами.

Возможности визуализации: пространственные базы данных предоставляют инструменты

для визуализации и анализа данных в различных форматах, включая карты, диаграммы и графики. Эти возможности визуализации помогают планировщикам и лицам, принимающим решения, получить представление о сложных пространственных данных.

Пространственный анализ: пространственные базы данных позволяют проводить пространственный анализ, который имеет решающее значение для выявления закономерностей, тенденций и взаимосвязей в пространственных данных. Этот анализ может быть использован для принятия обоснованных решений, связанных с городским планированием и управлением земельными ресурсами.

Совместная работа: пространственные базы данных позволяют нескольким пользователям получать доступ к одним и тем же данным и работать с ними, что способствует совместной работе и улучшает процесс принятия решений.

Слабые стороны пространственных баз данных

Техническая экспертиза. Для создания и управления пространственными базами данных требуются технические знания, что может стать препятствием для внедрения в небольших организациях с ограниченными ресурсами.

Стоимость. Разработка и обслуживание пространственных баз данных могут быть дорогостоящими, что также может стать препятствием для внедрения в небольших организациях.

Качество данных. Пространственные базы данных хороши ровно настолько, насколько хороши содержащиеся в них данные. Некачественные данные могут привести к неточному анализу и неправильному принятию решений.

Безопасность данных. Пространственные базы данных могут содержать конфиденциальные данные, относящиеся к собственности на землю, правилам зонирования и инфраструктуре. Обеспечение безопасности этих данных имеет важное значение, и потенциальная утечка данных вызывает озабоченность.

В целом, сильные стороны пространственных баз данных перевешивают их слабые стороны в области городского планирования и управления земельными ресурсами. Однако организации должны учитывать эти недостатки при принятии решения о внедрении решения для пространственной базы данных.

Виды пространственных баз данных

Существует несколько типов пространственных баз данных, которые обычно используются в приложениях городского планирования и управления земельными ресурсами. Ниже приведены краткие описания ключевых типов пространственных баз данных.

В целом, организациям следует тщательно изучить особенности и возможности каждого типа пространственных баз данных, прежде чем выбирать решение, наилучшим образом отвечающее их потребностям.

Ниже приводится сравнение ключевых типов пространственных баз данных на основе таких критериев, как производительность, масштабируемость, стоимость и простота использования.

В целом, каждый тип пространственной базы данных имеет свои сильные и слабые стороны, и наилучший вариант зависит от конкретных потребностей организации. Реляционные базы данных с пространственными расширениями хорошо подходят для организаций с

существующими базами данных и потребностями в установленных стандартах. Облачные решения идеально подходят для организаций, которым необходимы масштабируемость и гибкость, в то время как базы данных NoSQL подходят для организаций, которым требуется высокая производительность и поддержка неструктурированных данных.

Таблица 1 - Виды пространственных баз данных (БД)

	Пространственные реляционные	Облачные решения	NoSQL
Производительность	Наименьшая	Высокая	Высокая
Масштабируемость	С ограничениями для горизонтального масштабирования	Высокая	Высокая
Стоимость	От бесплатных до дорогостоящих версий	Экономически эффективны для проектов малого и среднего масштаба	От бесплатных до дорогостоящих версий
Простота использования	Пространственные расширения могут быть сложны в управлении	Да	Да

Тематические исследования внедрения пространственных баз данных в городское планирование и управление земельными ресурсами

Представим несколько тематических исследований внедрения пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами.

Город Барселона, Испания

Город Барселона внедрил облачную систему пространственных баз данных для управления своими данными городского планирования. Система основана на сочетании программного обеспечения с открытым исходным кодом, включая PostGIS и GeoServer, и проприетарного программного обеспечения Oracle. Система позволяет градостроителям получать доступ к данным, связанным с землепользованием, транспортом и другими факторами городского планирования, и анализировать их. Облачная архитектура системы обеспечивает масштабируемость и гибкость, позволяя городу легко добавлять новые данные и приложения по мере необходимости.

Город Ванкувер, Канада

Город Ванкувер использует реляционную базу данных с пространственными расширениями для управления своими данными о землепользовании и зонировании. Система основана на платформе ArcGIS от Esri и включает в себя множество веб-приложений для градостроителей и общественности для доступа к данным и их анализа. Система позволяет интегрировать данные из различных источников, включая разрешения на строительство, оценку имущества и транспортные данные.

Штат Махараштра, Индия

Штат Махараштра внедрил систему пространственных баз данных NoSQL для управления своими земельными записями. Система основана на платформе MongoDB и позволяет хранить и извлекать большие объемы пространственных данных. Система включает в себя множество веб-приложений, позволяющих чиновникам и общественности получать доступ к данным и

анализировать их. Архитектура системы NoSQL обеспечивает масштабируемость и гибкость, позволяя государству легко добавлять новые данные и приложения по мере необходимости.

Обзор текущих и формирующихся тенденций в области пространственных баз данных в области городского планирования и управления земельными ресурсами

В последние годы в области пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами произошел значительный прогресс благодаря появлению новых технологий и источников данных. Эти технологии включают аналитику больших данных, машинное обучение и Интернет вещей (IoT) [Эгенгофер, Херринг, 1991].

Ниже приведены некоторые из текущих и формирующихся тенденций в области пространственных баз данных.

Большие данные. С ростом объема данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами аналитика больших данных стала важным инструментом управления и анализа этих данных. Пространственные базы данных используются для хранения и обработки больших объемов данных, что позволяет планировщикам и разработчикам принимать более обоснованные решения.

Машинное обучение. Алгоритмы машинного обучения используются в пространственных базах данных для выполнения сложных пространственных анализов, таких как прогнозное моделирование, кластеризация и классификация. Это потенциально может значительно повысить эффективность и точность процессов городского планирования и управления земельными ресурсами.

Интернет вещей (IoT). IoT относится к взаимосвязи физических устройств, таких как датчики и камеры, которые могут предоставлять данные о различных аспектах городской среды в режиме реального времени. Пространственные базы данных могут использоваться для хранения и обработки этих данных, позволяя планировщикам и девелоперам отслеживать городскую среду и управлять ею в режиме реального времени.

Облачные решения. Облачные пространственные базы данных становятся все более популярными благодаря их масштабируемости, гибкости и экономической эффективности. Доступ к этим базам данных возможен из любого места, и их можно увеличивать или уменьшать по мере необходимости.

Базы данных NoSQL. Базы данных NoSQL – это нереляционные базы данных, которые могут легко обрабатывать большие объемы данных. Они становятся все более популярными в городском планировании и управлении земельными ресурсами благодаря своей способности обрабатывать сложные пространственные данные.

В целом, новые тенденции в области пространственных баз данных предоставляют новые возможности городским планировщикам и землеустроителям для принятия более эффективных решений, оптимизации ресурсов и улучшения качества жизни в городской среде.

Анализ влияния современных технологий

Появление новых технологий создало целый ряд возможностей для повышения эффективности пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами. Большие данные, машинное обучение и интернет вещей – вот три

основные тенденции, которые стимулируют инновации в этой области.

Технологии больших данных открывают потенциал для анализа огромных объемов пространственных данных в режиме реального времени. Интегрируя пространственные данные с другими типами данных, такими как социальные сети или данные о погоде, градостроители и землеустроители могут лучше понять факторы, влияющие на землепользование и застройку. Например, анализируя сообщения в социальных сетях, планировщики могут определить районы, где существует высокий спрос на новые общественные пространства или общественные удобства.

Алгоритмы машинного обучения могут быть использованы для автоматизации многих задач, связанных с управлением пространственными базами данных. Например, машинное обучение может использоваться для автоматической классификации типов землепользования, обнаружения изменений в моделях землепользования или прогнозирования будущих изменений в землепользовании. Уменьшая потребность в ручной обработке данных, машинное обучение может повысить эффективность управления пространственными базами данных.

Интернет вещей (IoT) также оказывает значительное влияние на управление пространственными базами данных. Устройства интернета вещей, такие как датчики и камеры, могут генерировать огромные объемы пространственных данных, которые можно использовать для мониторинга городской среды и управления ею в режиме реального времени. Например, датчики могут использоваться для мониторинга качества воздуха, структуры дорожного движения или водопотребления, предоставляя ценную информацию городским планировщикам и землеустроителям.

В целом, эти наметившиеся тенденции, вероятно, будут определять будущее пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами. Используя новые технологии, пространственные базы данных могут стать более эффективными, точными и более гибкими к меняющимся городским условиям. Однако важно обеспечить, чтобы эти технологии внедрялись таким образом, чтобы защитить частную жизнь и безопасность граждан и чтобы они использовались для поддержки устойчивого и справедливого городского развития.

Анализ пространственных баз данных, используемых в городском планировании и управлении земельными ресурсами, показал, что для этих приложений доступны различные типы баз данных. Наиболее часто используемыми типами являются реляционные базы данных с пространственными расширениями, облачные решения и базы данных NoSQL. Каждый из них имеет свои сильные и слабые стороны, которые необходимо учитывать при выборе базы данных для конкретного проекта.

Реляционные базы данных с пространственными расширениями широко используются благодаря их простоте использования и зрелости. Они способны обрабатывать большие объемы данных и обладают высокой масштабируемостью. Однако на их производительность могут повлиять сложные запросы и необходимость индексации.

Облачные решения обеспечивают масштабируемый и экономичный вариант хранения и обработки больших объемов данных. К ним можно получить доступ из любого места с подключением к Интернету, что делает их очень удобными для проектов городского планирования и управления земельными ресурсами. Однако при использовании облачных решений необходимо учитывать опасения по поводу безопасности данных и конфиденциальности [Белозеров, Щитова, Есикова, 2022].

Базы данных NoSQL обладают высокой масштабируемостью и гибкостью, что делает их

пригодными для обработки сложных пространственных данных. Они высокоэффективны при обработке неструктурированных данных и обеспечивают быстрое время обработки. Однако для их внедрения и обслуживания требуются специальные знания.

Ожидается, что новые тенденции, такие как большие данные, машинное обучение и интернет вещей, окажут значительное влияние на будущее пространственных баз данных в городском планировании и управлении земельными ресурсами. Эти тенденции увеличат спрос на более эффективные и масштабируемые решения для баз данных, способные обрабатывать большие объемы данных и обрабатывать их в режиме реального времени.

Заключение

Таким образом, пространственные базы данных являются инструментом принятия финансовых, инвестиционных и управленческих решений по проектам в городских агломерациях, который уже был опробован на практике.

Выбор пространственной базы данных для проектов городского планирования и управления земельными ресурсами зависит от конкретных потребностей проекта. При выборе базы данных важно учитывать такие факторы, как производительность, масштабируемость, стоимость и простота использования. С появлением новых тенденций будущее пространственных баз данных в этих областях выглядит многообещающим, и ожидается, что они будут продолжать играть решающую роль в управлении городским развитием и землепользованием.

Библиография

1. Асгари А., Калантари М., Раджабифард А. Формативная и суммативная проверка данных кадастра на основе информационной модели зданий // Land MDPI. 2021. DOI: 10.3390/land10080822.
2. Белозеров В.С., Щитова Н.А., Есикова В.О. Геоинформационный мониторинг и моделирование процессов иммиграции студентов в Россию // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 2. С. 19-33. DOI 10.35595/2414-9179-2022-2-28-19-33. EDN NDXLEM.
3. Рамбия М. и др. Поддержка принятия решений о прогнозировании потребности в орошении городских уличных деревьев // Городская лесопарковая зелень Elsevier BV. 2023. С. 127868-127868. DOI: 10.1016/j.ufug.2023.127868.
4. Сабри С., Витте П. Цифровые технологии в градостроительстве и городском управлении // Журнал Урбанистического управления Elsevier BV. 2023. С. 1-3. DOI: 10.1016/j.jum.2023.02.003.
5. Сафонова Т.В. Анализ моделей данных ГИС // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2022. № 3(43). С. 4-11. EDN НАОТҮА.
6. Хаджихейдари А.Р., Делавар М.Р., Раджабифард А. Обогащение кадастровых и городских карт с использованием интеллектуальной фьюжн-технологии пространственных данных // ISPRS Annals of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences Copernicus GmbH. 2023. С. 263-269. DOI: 10.5194/isprs-annals-X-4-W1-2022-263-2023.
7. Эгенгофер М.Дж., Херринг Дж.Р. Категоризация двоичных топологических отношений между регионами, линиями и точками в географических базах данных // Материалы 4-го международного симпозиума по проблемам пространственных баз данных. 1991. С. 315-336.
8. Hengl T. et al. Random forest как общая модель для прогнозирования пространственных и пространственно-временных переменных // PeerJ. 2018. No. 6.
9. Gaitani N. et al. Microclimatic analysis as a prerequisite for sustainable urbanisation: Application for an urban regeneration project for a medium size city in the greater urban agglomeration of Athens, Greece // Sustainable Cities and Society. – 2014. – Т. 13. – С. 230-236.
10. Źochowska R. et al. Selected aspects of the methodology of traffic flows surveys and measurements on an urban agglomeration scale with regard to ITS projects //Recent Advances in Traffic Engineering for Transport Networks and Systems: 14th Scientific and Technical Conference" Transport Systems. Theory & Practice 2017" Selected Papers. – Springer International Publishing, 2018. – С. 37-49.

Spatial databases: review and analysis of their application to make investment decisions concerning urban agglomeration projects

Roman I. Dmovskii

Postgraduate Student,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
125167, 49/2 Leningradskii av., Moscow, Russian Federation;
e-mail: Dmovskiy95@mail.ru

Abstract

This article is devoted to spatial databases' analysis – the up-to-date instrument which is used to make financial, investment and management decisions in urban agglomeration projects. Also, spatial databases are used in zoning of urban territories. This article is a part of postgraduate research theses devoted to the Enhancement of spatial databases valuation instruments, reviews the typology of spatial databases, provides comparative analysis and approaches to the analysis of the valuation instruments. The article is relevant due to comprehensive comparative analysis of spatial databases in the context of their applicability to make financial, investment and management decisions concerning urban agglomeration projects and also due to the presence criteria of spatial databases that could be applicable to formulate spatial databases' valuation instruments.

For citation

Dmovskii R.I. (2023) Prostranstvennye bazy dannykh: obzor i analiz primeneniya dlya prinyatiya investitsionnykh reshenii po proektam v gorodskoi aglomeratsii [Spatial databases: review and analysis of their application to make investment decisions concerning urban agglomeration projects]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 13 (3A), pp. 553-563. DOI: 10.34670/AR.2023.18.16.020

Keywords

Spatial databases, valuation, investment project, finance, agglomeration, zoning of territories.

References

1. Asghari A., Kalantari M., Rajabifard A. (2021) Formativnaya i summativnaya proverka dannykh kadastra na osnove informatsionnoi modeli zdanii [Formative and summative validation of building information model-based cadastral data]. *Land MDPI*. DOI: 10.3390/land10080822.
2. Belozеров V.S., Shchitova N.A., Esikova V.O. (2022) Geoinformatsionnyi monitoring i modelirovanie protsessov immigratsii studentov v Rossiyu [Geoinformation monitoring and modeling of the processes of student immigration to Russia]. *InterKarto. InterGIS* [InterCarto. InterGIS], 28(2), pp. 19-33. DOI 10.35595/2414-9179-2022-2-28-19-33. EDN NDXLEM.
3. Egengofer M.Dzh., Kherring Dzh.R. (1991) Kategorizatsiya dvoichnykh topologicheskikh otnoshenii mezhdur regionami, liniyami i tochkami v geograficheskikh bazakh dannykh [Categorizing binary topological relationships between regions, lines, and points in geographic databases]. In: *Materialy 4-go mezhdunarodnogo simpoziuma po problemam prostranstvennykh baz dannykh* [Proc. Int. Symposium], pp. 315-336.
4. Hengl T. et al. (2018) Random forest kak obshchaya model' dlya prognozirovaniya prostranstvennykh i prostranstvenno-vremennykh peremennykh [Random forest as a general model for predicting spatial and spatio-temporal variables]. *PeerJ*, 6.
5. Khadzhiheidari A.R., Delavar M.R., Radzhabifard A. (2023) Obogashchenie kadastrykh i gorodskikh kart s ispol'zovaniem intellektual'noi fyuzhn-tehnologii prostranstvennykh dannykh [Cadastral and urban maps enrichments

-
- using smart spatial data fusion]. *ISPRS Annals of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences Copernicus GmbH*, pp. 263-269. DOI: 10.5194/isprs-annals-X-4-W1-2022-263-2023.
6. Rambiya M. i dr. (2023) Podderzhka prinyatiya reshenii o prognozirovanii potrebnosti v oroshenii gorodskikh ulichnykh derev'ev [Supporting decision-makers in estimating irrigation demand for urban street trees]. *Gorodskaya lesoparkovaya zelen' Elsevier BV* [Urban Forestry & Urban Greening Elsevier BV], pp. 127868-127868. DOI: 10.1016/j.ufug.2023.127868.
 7. Sabri S., Witte P. (2023) Tsifrovye tekhnologii v gradostroitel'stve i gorodskom upravlenii [Digital technologies in urban planning and urban management]. *Zhurnal Urbanisticheskogo upravleniya Elsevier BV* [Journal of Urban Management Elsevier BV], pp. 1-3. DOI: 10.1016/j.jum.2023.02.003.
 8. Safonova T.V. (2022) Analiz modelei dannykh GIS [Analysis of GIS data models]. *Informatsionnye tekhnologii i sistemy: upravlenie, ekonomika, transport, pravo* [Information Technologies and Systems: Management, Economics, Transport, Law], 3(43), pp. 4-11. EDN HAOTYA.
 9. Gaitani, N., Santamouris, M., Cartalis, C., Pappas, I., Xyrafi, F., Mastrapostoli, E., ... & Efthymiou, C. (2014). Microclimatic analysis as a prerequisite for sustainable urbanisation: Application for an urban regeneration project for a medium size city in the greater urban agglomeration of Athens, Greece. *Sustainable Cities and Society*, 13, 230-236.
 10. Żochowska, R., Karoń, G., Janecki, R., & Sobota, A. (2018). Selected aspects of the methodology of traffic flows surveys and measurements on an urban agglomeration scale with regard to ITS projects. In *Recent Advances in Traffic Engineering for Transport Networks and Systems: 14th Scientific and Technical Conference "Transport Systems. Theory & Practice 2017"* Selected Papers (pp. 37-49). Springer International Publishing.