

*A. C. Середович<sup>1✉</sup>, В. А. Павленко<sup>1</sup>*

## **Использование геопространственных технологий для повышения эффективности логистики и устойчивого развития торговых территорий в Сибири**

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
г. Новосибирск, Российская Федерация  
e-mail: seredovich-as2023@sgugit.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные проблемы логистики и территориального развития торговой инфраструктуры в Сибири, обусловленные обширностью территории, сложными природно-климатическими условиями и неравномерностью расселения. Доказывается, что геопространственные технологии (ГТ), включая ГИС, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) и технологии глобальных спутниковых навигационных систем (ГСНС), являются ключевым инструментом для преодоления этих проблем. В работе выявлены и систематизированы основные направления применения ГТ: оптимизация транспортных маршрутов и цепочек поставок, пространственный анализ для принятия решений о размещении торговых объектов, мониторинг экологических последствий логистической деятельности. Интеграция пространственных данных позволяет снизить логистические издержки, минимизировать углеродный след и способствовать сбалансированному развитию городских и сельских торговых территорий. Сделан вывод о необходимости формирования комплексных геоинформационных систем регионального уровня для обеспечения устойчивого развития логистики и торговли в Сибири.

**Ключевые слова:** геопространственные технологии, ГИС, логистика, устойчивое развитие, торговая территория, Сибирь

*A. S. Seredovich<sup>1✉</sup>, V. A. Pavlenko<sup>1</sup>*

## **Use of geospatial technologies to improve logistics efficiency and sustainable development of trade areas in Siberia**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
e-mail: seredovich-as2023@sgugit.ru

**Abstract.** The article examines the current problems of logistics and territorial development of trade infrastructure in Siberia, caused by the vast territory, complex natural and climatic conditions, and uneven population distribution. It is proved that geospatial technologies (GT), including GIS, remote sensing (RS), and global navigation satellite systems (GNSS), are key tools for overcoming these challenges. The main directions of GT application are systematized: optimization of transport routes and supply chains, spatial analysis for decision-making on trade facility placement, and monitoring of environmental consequences of logistics activities. The integration of spatial data helps reduce logistics costs, minimize the carbon footprint, and promote balanced development of urban and rural trade areas. The study concludes on the necessity of forming comprehensive regional-level geoinformation systems to ensure sustainable logistics and trade development in Siberia.

**Keywords:** geospatial technologies, GIS, logistics, sustainable development, trade area, Siberia

## ***Введение***

Сибирский федеральный округ, занимающий огромную площадь (более 30% территории России), обладает значительным экономическим и ресурсным потенциалом. Однако его развитие сдерживается рядом системных проблем, среди которых ключевое место занимают логистические. Высокая стоимость транспортировки, зависимость от сезонности (распутица, ледостав на реках), изношенность транспортной инфраструктуры и большие расстояния между населенными пунктами напрямую влияют на доступность товаров, их конечную стоимость и, как следствие, на качество жизни населения.

Параллельно с этим стоит задача устойчивого развития торговых территорий – от мегаполисов, таких как Новосибирск и Красноярск, до малых городов и сельских поселений. Неэффективное планирование размещения торговых центров, складов и распределительных центров ведет к транспортным коллапсам, неравномерной нагрузке на инфраструктуру и деградации городской среды.

Для компаний, занимающихся торговлей и дистрибуцией, в особенности скоропортящейся и замороженной продукции, эффективность логистики является ключевым фактором конкурентоспособности. От рационального построения маршрутов и грамотного территориального планирования зависит не только себестоимость продукции, но и ее качество, а также устойчивость поставок.

В этом контексте геопространственные технологии (ГТ) перестают быть просто вспомогательным инструментом, а становятся стратегическим активом для принятия обоснованных управленческих решений. Интегрируя пространственные данные о рельефе, транспортной сети, плотности населения, землепользовании и экологической обстановке, ГТ позволяют перевести управление логистикой и территориальным развитием на качественно новый уровень.

Целью данного исследования является систематизация и анализ возможностей применения геопространственных технологий для решения задач повышения эффективности логистических процессов и обеспечения устойчивого развития торговых территорий в специфических условиях Сибири.

## ***Методы и материалы***

Логистическая система Сибири характеризуется рядом структурных особенностей и вызовов [3,6]:

- экстенсивный характер транспортной сети: Преобладание автомобильного и железнодорожного транспорта. Значительную роль играют речные пути (Обь, Енисей, Лена), но их использование ограничено сезонностью;
- климатические и географические барьеры: Суровый климат, наличие вечной мерзлоты, сложный рельеф (горные системы, заболоченные территории) значительно увеличивают сроки и стоимость доставки;
- концентрация экономической активности: Основные логистические потоки и торговая активность сконцентрированы вдоль Транссибирской магистрали и в крупных городских агломерациях. Удаленные и северные территории (например, Эвенкия, Ямало-Ненецкий АО) испытывают острый дефицит в обеспечении товарами первой необходимости;

– дисбаланс в развитии торговой инфраструктуры: В крупных городах наблюдается перенасыщенность торговыми площадями, в то время как в малых городах и сельской местности ощущается их нехватка.

Названные вызовы характеризуют необходимость применения комплексного, основанного на данных, подхода, методологическую основу которого предоставляют геопространственные технологии.

### ***Результаты***

К числу ключевых ГТ, применяемых в логистике, относятся [1,2,5]:

- географические информационные системы (ГИС): Платформы для сбора, хранения, анализа и визуализации пространственных данных;
- дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ): Получение актуальной информации о земной поверхности со спутников и БПЛА;
- глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): Точное позиционирование транспортных средств в реальном времени (GPS, ГЛОНАСС);
- цифровые модели рельефа (ЦМР): Трехмерные представления местности.

В сибирских условиях классические алгоритмы расчета маршрутов недостаточны. Интеграция в ГИС дополнительных слоев данных позволяет реализовать [1,4]:

- мультимодальную маршрутизацию: Построение маршрутов с учетом переключения между автомобильным, железнодорожным и речным транспортом. ГИС-анализ позволяет рассчитать оптимальные точки перевалки грузов;
- сезонную адаптацию маршрутов: Использование данных ДЗЗ для мониторинга состояния дорог (например, выявление распутицы на грунтовых дорогах, ледовой обстановки на реках). Это позволяет заблаговременно перенаправлять потоки, избегая простоев;
- учет реальной транспортной ситуации: Интеграция данных ГСНС с телематическими системами позволяет в реальном времени отслеживать местоположение транспорта, его скорость, расход топлива. Статистический анализ исторических и текущих данных помогает выявлять неэффективные паттерны движения, оптимизировать графики поставок и повышать дисциплину водителей;
- расчет маршрутов с учетом топографии: Использование ЦМР в рамках сетевого анализа позволяет выбирать маршруты с минимальными перепадами высот, что критически важно для тяжело грузов и приводит к значительной экономии топлива.

Выбор локации для склада или распределительного центра – стратегическая задача. Методы ГИС-анализа, в частности, метод весового наложения (overlay-analysis) позволяют проводить комплексную оценку территории по множеству критериев [2,5]:

- транспортная доступность: близость к автомагистралям, железнодорожным станциям, речным портам;
- близость к рынкам сбыта: Анализ зон транспортной доступности в пределах заданного времени;

- экономические факторы: Стоимость земли и подключение к коммуникациям: Наложение данных кадастровой стоимости;
- социальные факторы: Наличие трудовых ресурсов (анализ плотности населения в радиусе доступности);
- экологические и регуляторные ограничения: Учет санитарных зон, водохранных территорий и т.д.

Совмещение этих факторов в единой геоинформационной модели позволяет построить карту территориальной пригодности и идентифицировать локации, минимизирующие совокупные логистические издержки на этапе проектирования.

Для обеспечения сбалансированного пространственного развития розничной торговли ГИС применяется в следующих направлениях [2,3]:

- анализа обеспеченности территории торговой инфраструктурой: Совмещение данных о размещении существующих торговых точек с геоданными о плотности и социально-демографическом составе населения (доход, возраст). Это позволяет выявить "белые пятна" - районы, перспективные для открытия магазинов шаговой доступности или социально ориентированных торговых точек;
- моделирования потоков покупателей и транспортной нагрузки: Анализ транспортной и пешеходной доступности помогает прогнозировать нагрузку на прилегающую инфраструктуру и избегать точечной урбанистической перегрузки.

ГТ вносят значительный вклад в экологизацию логистики за счет [1,4]:

- расчета и минимизации углеродного следа: на основе оптимизированных маршрутов и данных о расходе топлива ГИС могут точно рассчитывать объем выбросов CO<sub>2</sub>. Это создает основу для принятия решений по их снижению, включая выбор «зеленых» маршрутов и модернизацию автопарка;
- контроля землепользования и экологической обстановки: Данные ДЗЗ используются для мониторинга законности строительства логистических объектов, контроля за изменением ландшафта и выявлением несанкционированных свалок.

### ***Обсуждение***

Применение ГТ направлено на достижение баланса между экономической эффективностью, социальной справедливостью и экологической ответственностью, что составляет основу устойчивого развития.

Перспективы развития связаны со следующими направлениями:

- создание региональных геоинформационных платформ (цифровых двойников): Аккумуляирование актуальных пространственных данных для органов власти и бизнеса [7];
- внедрение технологий Интернета вещей (IoT): Интеграция датчиков на транспорте, складах и в дорожной инфраструктуре с ГИС для создания "умной" логистической системы предиктивной аналитики;
- использование искусственного интеллекта (ИИ) и Big Data: Прогнозное моделирование спроса, автоматическая корректировка маршрутов в реальном [4,5].

Основные барьеры для реализации:

- высокие капитальные затраты: Стоимость лицензионного ПО, оборудования и привлечения квалифицированных специалистов;
- дефицит кадров: Нехватка специалистов на стыке геоинформатики, логистики и регионального планирования;
- проблемы с актуальностью и качеством данных: Многие пространственные данные в России, особенно по удаленным территориям, устарели или имеют низкое разрешение;
- ведомственная и институциональная разобщенность: Данные находятся у разных собственников (Росреестр, Росавтодор, РЖД), что затрудняет их интеграцию в единое информационное пространство.

### ***Заключение***

Проведенное исследование позволяет утверждать, что геопространственные технологии предлагают мощный и доказуемо эффективный арсенал средств для решения острых проблем логистики и территориального развития в Сибири. Их применение позволяет перейти от интуитивного и часто неэффективного управления к управлению, основанному на точных пространственных данных и комплексном анализе.

Оптимизация логистических маршрутов с учетом сибирской специфики, научно обоснованное размещение объектов торговой и складской инфраструктуры, а также мониторинг экологических последствий — все это напрямую способствует снижению издержек, повышению конкурентоспособности бизнеса и, что самое важное, обеспечению сбалансированного развития территорий.

Дальнейший прогресс в этой области определяется необходимостью скоординированных усилий государства, бизнеса и научного сообщества, направленных на преодоление институциональных и технологических барьеров. Ключевыми задачами являются формирование единого информационного пространства и развитие образовательных программ для подготовки высококвалифицированных кадров.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Лончих В.А., Потокин А.Ф. Геоинформационные системы в логистике и управлении цепями поставок. - М.: КноРус, 2020. - 256 с.
2. Капралов Е.Г., Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 2. - М.: Академия, 2008. - 384 с.
3. Руденко Л.Г., Ткаченко Т.Х. Устойчивое развитие регионов Сибири: проблемы и перспективы // Региональная экономика: теория и практика. - 2021. - Т. 19, № 6. - С. 1185-1205.
4. Goodchild M.F. GIS and Transportation: State of the Field and Future Prospects // GeoJournal. - 2000. - Vol. 52, № 1. - P. 3-5.
5. Murray A.T. Advances in location modeling with GIS // Computers & Geosciences. - 2010. - Vol. 36, № 11. - P. 1386-1387.
6. Официальный сайт Росстат. [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 15.10.2023).
7. Материалы конференции «ГеоСибирь». - Новосибирск: СГУГиТ, 2022.

© А. С. Середович, В. А. Павленко, 2026