

УДК 65.01

DOI 10.26118/2782-4586.2025.86.43.017

Кириюшин Сергей Александрович

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Совершенствование сетевого планирования для управления логистическими проектами на основе использования цифровых технологий

Аннотация. Исследование направлено на преодоление разрыва между статичной природой традиционного сетевого планирования (CPM, PERT) и динамическими возможностями цифровых технологий в управлении логистическими проектами применительно к российским условиям. В работе использован метод множественного и тематического анализа кейсов международных компаний, описывающих интеграцию цифровых технологий в управление логистическими проектами. На основе кросс-кейс синтеза зарубежных передовых практик и учета инфраструктурных, регуляторных и технологических особенностей сетевого планирования для управления логистическими проектами в российских условиях разработана концептуальная модель. Исследование закладывает концептуальную основу для расширения подхода сетевого планирования в управлении логистическими проектами на основе цифровых технологий с учетом отраслевой специфики.

Ключевые слова: сетевое планирование, управление логистическими проектами, концептуальная модель, цифровая трансформация.

Kiryushin Sergey Aleksandrovich

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

Improving network planning for logistics project management using digital technologies

Abstract. The study aims to bridge the gap between the static nature of traditional network planning (CPM, PERT) and the dynamic capabilities of digital technologies in logistics project management as applied to Russian conditions. The article uses the method of multiple and thematic analysis of cases of international companies describing the integration of digital technologies into the management of logistics projects. Based on a cross-case synthesis of international best practices and consideration of the infrastructural, regulatory, and technological features of network planning for managing logistics projects in Russian conditions, a conceptual model has been developed. The study provides a conceptual basis for expanding the network planning approach to managing digitally enabled logistics projects, taking into account industry specifics.

Keywords: network planning, logistics project management, conceptual model, digital transformation.

Введение.

Сетевое планирование, включая методы CPM и PERT, остается фундаментальным инструментом управления проектами более полувека [3]. Эти методы позволяют визуализировать зависимости между задачами, определять критический путь и оптимизировать распределение ресурсов. Однако их классическая форма предполагает детерминированную среду с заранее известными длительностями задач и стабильными внешними условиями [6]. Современные исследования указывают на растущую неадекватность таких моделей в условиях высокой неопределенности. В ответ на это предпринимаются попытки интеграции стохастических методик (например, PERT с вероятностными оценками) и гибких подходов, но их применение в логистике ограничено

спецификой физических активов и жесткими временными ограничениями. Несмотря на зрелость теории сетевого планирования, ее адаптация к динамическим условиям цифровой эпохи остается недостаточно разработанной, особенно в контексте применения логистических проектов.

Цифровая трансформация логистики, часто обозначаемая как «Логистика 4.0», опирается на интеграцию IoT, искусственного интеллекта, блокчейна, облачных платформ и цифровых двойников [13]. Эти технологии обеспечивают сквозную видимость, прогнозирование сбоев и автоматизацию принятия решений.

Логистические проекты, такие как строительство распределительных центров, внедрение новых транспортных коридоров или реинжиниринг логистической цепи отличаются высокой сложностью, логистической межфункциональной координацией и подверженностью внешним рискам. Управление логистическими проектами требует не просто мониторинга, а планирования на основе поступающих данных в режиме реального времени. Большинство зарубежных и российских исследований фокусируется на операционном и функциональном уровне (например, управление запасами, маршрутизация) или на стратегическом уровне (устойчивость логистических систем), но почти не затрагивают уровень проектного управления, где требуется синхронизация множества взаимозависимых задач с ограниченными сроками.

Несмотря на значительные достижения в развитии цифровой логистической инфраструктуры, методологические основы планирования проектов, в частности, сетевые подходы, такие как СРМ и PERT по-прежнему остаются в значительной степени статичными и детерминированными [3; 6]. Такое несоответствие между динамичной операционной средой и жесткими рамками планирования в логистической деятельности создает критический разрыв в управлении сложными логистическими проектами. Традиционные модели сетевого планирования предполагают фиксированную продолжительность задач, заранее известные зависимости и минимальные внешние возмущения, являющиеся, по сути, допущениями, которые нередко утрачивают валидность в условиях волатильной, неопределенной, сложной и неоднозначной логистической среды [12].

Существующие исследования преимущественно фокусируются на внедрении цифровых технологий в логистике, но в настоящее время требуются контекстно-ориентированные подходы к планированию [7]. Хотя международные лидеры, такие как Uber, FedEx, Maersk, уже внедрили интегрированные системы с цифровой поддержкой, их модели редко анализируются на предмет переносимости в институциональные условия стран, отличных от западных [1; 2; 11]. Таким образом, можно констатировать наличие пробела в этой области, который обусловлен отсутствием концептуальной модели, способной согласовать классическое сетевое планирование с динамическими возможностями, предоставляемыми цифровыми технологиями в рамках логистического контекста. Поэтому сетевое планирование логистических проектов должно быть переосмыслено как динамическая система, в которой цифровые технологии обеспечивают непрерывный поток данных для автоматического обновления зависимостей в поставленных задачах, пересчета критического пути и корректировки ресурсов. Такой подход опирается на теорию динамических возможностей [10], и на институциональную теорию, объясняющую, как контекст влияет на внедрение инноваций [9].

Целью данного исследования является формирование концептуальной основы совершенствования сетевого планирования для управления логистическими проектами с применением цифровых технологий.

Цель данного исследования раскрывается на основе выполнения следующих задач:

1. Проанализировать международные лучшие практики сетевого планирования на основе множественного анализа кейсов (Uber, FedEx, Maersk).
2. Выявить ключевые барьеры трансфера этих практик в российский логистический контекст с учетом инфраструктурных, регуляторных и технологических особенностей.

3. Предложить концептуальную модель сетевого планирования для управления логистическими проектами с цифровой поддержкой.

4. Оценить концептуальную модель сетевого планирования для управления логистическими проектами с использованием цифровых технологий по сравнению с традиционной моделью сетевого планирования (CPM, PERT).

Объектом исследования являются логистические проекты, реализуемые в условиях цифровой трансформации.

Предметом исследования выступает методология сетевого планирования логистических проектов, модернизированная на основе интеграции цифровых технологий для обеспечения динамической адаптации, прозрачности и устойчивости управления ими.

Научная новизна исследования заключается в расширении теории сетевого планирования за счет его переосмысления как динамической системы, функционирующей на основе цифровых технологий с обратной связью, и в демонстрации подхода трансфера знаний, предлагающего концептуальный формат адаптации глобальных инноваций для российских рыночных условий.

Интегрируя идеи из управления проектами, цифровой логистики и институциональной теории, данное исследование вносит теоретический вклад в формирование более устойчивой и адаптивной парадигмы управления логистическими проектами в цифровую эпоху.

Методы. Для достижения поставленной цели был выбран множественный анализ кейсов в соответствии с методологией Р. К. Йина [14]. Данный подход наиболее уместен, когда исследовательская задача предполагает глубокое изучение феномена в его реальном контексте, особенно в условиях ограниченной теоретической разработанности.

В зарубежных научных исследованиях подход к множественному анализу кейсов стал устоявшейся интерпретацией [5], при этом 2-4 кейса достаточны для теоретического обобщения при условии их стратегического отбора [14].

В данном исследовании три выбранных кейса обеспечивают баланс между глубиной анализа и сравнительной валидностью, они подобраны по принципу максимального разнообразия, чтобы охватить разные типы логистических и цифровых решений. Выбор трех кейсов соответствует принципам качественного сравнительного анализа. Три выбранных кейса позволяют избежать поверхностного обзора (в отличие от более чем десяти кейсов) и обеспечить глубину анализа для каждого случая.

Ключевыми преимуществами множественного анализа кейсов для данного исследования явились следующие:

1. Множественный анализ кейсов позволяет проанализировать сложные взаимодействия между цифровыми технологиями, методами планирования и институциональной средой.

2. Данный анализ обеспечивает подтверждение или опровержение выводов на основе нескольких независимых случаев.

3. Множественный анализ кейсов соответствует цели теоретического обобщения, а не статистической репрезентативности.

Кейсы были отобраны по принципу максимального разнообразия для того, чтобы охватить различные типы логистических проектов, цифровых технологий и организационных контекстов [5]. Выбранные кейсы были подвергнуты тематическому анализу в рамках которого определялись поставленные цели, структура сетевого планирования, тип и роль применяемых цифровых технологий, достигнутые эффекты. На следующем этапе проводился качественный анализ кейсов по следующим категориям: технологические драйверы, методологические изменения, организационные барьеры, факторы, влияющие на результаты. В заключительной стадии был реализован кросс-кейс синтез, направленный на выявление общих паттернов и различий с целью формулировки предложений по адаптации к российским условиям логистики.

В таблице 1 представлены результаты множественного анализа кейсов международных компаний.

Таблица 1 - Результаты множественного анализа кейсов международных компаний

Номер кейса и название международной компании	Суть кейса	Элементы сетевого планирования	Применимость для российских условий логистики и управления цепями поставок
1. Кейс Uber [1].	Внутренний кейс компании Uber, описывающий разработку и внедрение нейросетевой модели (DeepETA) для уточнения времени прибытия водителей и курьеров на основе данных маршрутизации, реальных данных.	Прогнозирование и планирование длительности перемещений между узлами сети Динамическая коррекция маршрутов на основе реального времени Учет пространственно-временных зависимостей.	Высокая применимость в сервисах доставки, такси, на «последней милю» в логистике. Требует больших данных, развитой цифровой инфраструктуры и вычислительных ресурсов. Реализуемо в условиях российских мегаполисов, в регионах - ограничено.
2. Кейс FedEx [2].	Обобщенный кейс компании FedEx, описывающий цифровую трансформацию цепей поставок FedEx через интеграцию данных, ИИ и цифровых платформ для повышения прозрачности, скорости и клиентского опыта.	Управление логистикой на «последней милю». Прогнозирование и предотвращение сбоев. Автоматизация процессов. Визуализация движения грузов.	Средний уровень применимости, решения уже внедряются в РФ, однако полная интеграция с глобальными ИИ-платформами ограничена санкционными и технологическими барьерами. Актуально для международных экспедиторов и крупных логистических операторов.
3. Кейс Maersk [11].	Академический кейс, опубликованный в научном журнале, описывает внедрение облачного	Синхронизация участников глобальной сети (порты, таможни, перевозчики).	Ограниченнaя применимость в текущих условиях. Российские компании сталкиваются с ограничениями

	блокчейна в сочетании с машинным обучением для устойчивых практик в логистике.	Планирование мультимодальных маршрутов. Отслеживание углеродного следа. Управление рисками.	доступа к западным облачным и блокчейн-платформам. Идея создания национальной или региональной блокчейн-платформы для логистики на базе российских решений перспективна для крупных портов и госкорпораций.
--	--	---	---

Степень детализации кейсов различается. Кейс Uber фокусируется на точности прогнозирования в реальном времени (микроуровень логистики) [1]. В кейсе FedEx делается ставка на клиентский опыт и сквозную видимость (мезоуровень логистики) [2]. В кейсе Maersk решаются задачи глобальной координации и устойчивости (макроуровень логистики) [11].

Для российской логистики наиболее адаптируемы элементы технологий кейсов компаний Uber и FedEx, особенно в сегменте городской доставки и B2B-экспедирования. Адаптируемость элементов технологий кейса компании Maersk требует значительной локализации этих технологий и институциональной поддержки.

В таблице 2 систематизированы основные барьеры и направления изменений по результатам множественного и тематического анализа кейсов, а также кросс-кейс синтеза.

Таблица 2 - Основные барьеры и направления изменений сетевого планирования для управления логистическими проектами в российских условиях на основе применения цифровых технологий по результатам множественного и тематического анализа кейсов, кросс-кейс синтеза.

Основные уровни	Барьеры	Направления изменений
Инфраструктурный уровень.	Неравномерное развитие цифровой и транспортной инфраструктуры. Ограниченная пропускная способность телекоммуникационных сетей в удаленных районах. Недостаточная интеграция между участниками логистической сети.	Развитие цифровых логистических хабов и платформ на базе крупных транспортно-логистических узлов. Внедрение унифицированных API-интерфейсов для обмена данными между участниками. Создание национальной системы сквозного трекинга грузов.
Регуляторный уровень.	Нормативно-законодательные требования по локализации данных, сложность согласований. Санкционные ограничения на использование иностранных облачных и ИИ-платформ.	Разработка стандартов для ИИ-моделей в логистике и управления цепями поставок. Поддержка pilotных проектов по внедрению отечественных блокчейн- и ИИ-решений (например, на базе «Госключ» или ГК «Цифра»).

Технологический уровень.	<p>Низкая цифровая зрелость IoT в малом бизнесе. Дефицит квалифицированных кадров в области ИИ, машинного обучения и анализа больших данных в логистике.</p> <p>Зависимость от импортного ПО и оборудования.</p> <p>Недостаток качественных и структурированных данных для обучения моделей (особенно в регионах).</p>	<p>Модульный подход: базовая версия - без IoT, с ручным вводом данных, расширенная - с автоматизацией.</p> <p>Локализация и адаптация алгоритмов и моделей по аналогии с DeepETA.</p> <p>Интеграция решений на базе открытого исходного кода с отечественными цифровыми платформами.</p> <p>Создание федеральных и отраслевых «озер данных» логистики с анонимизацией и контролем доступа для обучения моделей сетевого планирования.</p>
--------------------------	--	---

Таким образом, успешное сетевое планирование в российской логистике требует синхронных изменений на всех трех уровнях: инфраструктурной интеграции, регуляторной гибкости и технологической независимости.

На основе проведенного анализа передовых международных практик и с учетом институциональной российской специфики в данном исследовании разработана концептуальная модель.

Модель представляет собой динамическую, многоуровневую систему, в которой классические принципы сетевого планирования (CPM, PERT) интегрированы с возможностями цифровых технологий и регулируются набором правил и параметров, отражающих инфраструктурные, регуляторные и технологические особенности.

Рисунок 1 иллюстрирует структуру концептуальной модели, которая включает четыре последовательных компонента, охваченных многоуровневой обратной связью, и модуль адаптации, влияющий на все элементы модели.



Рисунок 1 - Концептуальная модель адаптируемого сетевого планирования для управления логистическими проектами на основе использования цифровых технологий (разработано автором)

В таблице 3 представлены преимущества разработанной концептуальной модели в сопоставлении с традиционной моделью сетевого планирования.

Таблица 3 – Преимущества концептуальной модели адаптируемого сетевого планирования для управления логистическими проектами на основе использования цифровых технологий по сравнению с традиционной моделью сетевого планирования.

Критерий	Традиционная модель сетевого планирования (CPM, PERT)	Модель адаптируемого сетевого планирования для управления логистическими проектами на основе использования цифровых технологий
Гибкость	Низкая (планирование вручную, с задержкой)	Высокая (автоматическая адаптация в реальном времени)
Прозрачность	Ограниченнная (внутри проектной команды)	Сквозная (все участники видят статус)
Устойчивость к сбоям	Реактивная (планирование после сбоя)	Проактивная (превентивное планирование на упреждение сбоев)
Применимость в РФ	Универсальное применение, но с ограничением результируемости использования в динамике	Модель адаптирована под инфраструктурные и регуляторные условия

Модуль адаптации представляет собой набор правил и параметров, которые автоматически корректируют работу модели в зависимости от географического региона (регулирование времени выполнения работ), типа проекта (строительство, международная перевозка и другие), уровня цифровой зрелости участников (автоматический или ручной ввод). Модуль адаптации влияет на инициализацию проекта, на сетевой график планирования, на интеграцию данных путем выбора доступных источников данных и на мониторинг, задавая пороги отклонений и частоту обновления, определяет состав участников и регуляторные требования, корректирует длительность задач. Инициализация проекта предусматривает постановку целей и задач, определение границ проектирования, идентификацию ключевых заинтересованных сторон с учетом параметров модуля адаптации.

Формирование сетевого графика планирования означает создание CPM, PERT-модели с динамическими буферами, рассчитанными с учетом возможных ограничений и рисков.

Интеграция цифровых источников данных для использования цифровых технологий реализуется на основе подключения к доступным внутренним, открытым, государственным и партнерским ИТ-системам. Выбор источников ограничен возможностями, заданными в модуле адаптации. Динамический мониторинг и адаптация основаны на сравнении значений плановых и фактических отклонений в реальном режиме времени, предусматривается автоматическое обновление критического пути при превышении порога отклонения, а также уведомление участников через единую визуальную информационную панель (ashboard).

Результаты. Проведенное исследование и разработанная на его основе концептуальная модель отвечают на критический разрыв по несоответствию статичной природы традиционного сетевого планирования и динамических возможностей цифровых

технологий. В отличие от предыдущих исследований, фокусировавшихся либо на цифровизации логистики [13], либо на методологии управления проектами [6], настоящее исследование предлагает целостную концептуальную основу сетевого планирования на уровне управления логистическими проектами с применением цифровых технологий.

Важно отметить, что разработанная модель не отвергает классические методы CPM, PERT, а расширяет их применение за счет возможностей цифровых технологий.

Настоящее исследование демонстрирует, что цифровая трансформация логистики не сводится к внедрению цифровых технологий, но требует глубокой переоценки методологических основ управления логистическими проектами. Теоретический вклад исследования заключается в переосмыслении сетевого планирования как динамической, самоадаптирующейся системы, а не статичного плана, что расширяет границы теории управления проектами в логистике. Предложенная концептуальная модель служит связующим звеном между передовой глобальной практикой и локальными условиями реализации, предлагая путь к более гибкому, прозрачному и устойчивому управлению логистическими проектами.

Список источников

1. Hu X., Cirit O., Binaykiya T., Hora, R. & DeepETA: How Uber Predicts Arrival Times Using Deep Learning [Electronic resource] / Uber, 2022. - Access mode: URL: <https://www.uber.com/blog/deepeta-how-uber-predicts-arrival-times/> (date of access: 11.10.2025).
2. Hinedi, T. How New Technologies Deliver Smarter Supply Chains [Electronic resource] / FedEx, 2023. - Access mode: URL: <https://www.fedex.com/en-sg/business-insights/tech-innovation/how-new-technologies-deliver-smarter-supply-chains.html> (date of access: 11.10.2025).
3. Kerzner, H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. - 13th ed. - Wiley, 2022. - 880 p.
4. Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. Naturalistic Inquiry. - SAGE Publications, 1985. - 416 p.
5. Patton, M. Q. Qualitative Research & Evaluation Methods. - 4th ed. - SAGE Publications, 2015. - 832 p.
6. Project Management Institute (PMI). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). - 7th ed. - Project Management Institute, 2021. - 250 p.
7. Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management // International Journal of Production Research. - 2019. - Vol. 57, № 7. - P. 2117–2135. - DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261> .
8. Saldaña, J. The Coding Manual for Qualitative Researchers. - 4th ed. -SAGE Publications Ltd, 2021. - 440 p.
9. Scott, W. R. Institutions and Organizations: Ideas, Interests, and Identities. - 4th ed. - SAGE Publications Inc., 2013. - 360 p.
10. Teece, D. J. Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world // Research Policy. - 2018. - Vol. 47, № 8. - P. 1367–1387. - DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.015> .
11. Wong, S., Yeung, J.K.-W., Lau, Y.-Y., & Kawasaki, T. A Case Study of How Maersk Adopts Cloud-Based Blockchain Integrated with Machine Learning for Sustainable Practices. Sustainability 2023, Vol. 15, 7305. - DOI: <https://doi.org/10.3390/su15097305> .
12. Tukamuhabwa, B. R., Stevenson, M., & Busby, J. Supply chain resilience: Definition, review and theoretical foundations for further study // International Journal of Production Research. - 2015. - Vol. 53, № 18. - P. 5592–5623. - DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1037934> .

13. Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. Logistics 4.0: A systematic review towards a new logistics system // International Journal of Production Research. - 2020. - Vol. 58, № 1. - P. 18–43. - DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964> .

14. Yin, R. K. Case Study Research and Applications: Design and Methods. - 6th ed. - SAGE Publications Inc., 2017. - 352 p.

Сведения об авторе

Кирюшин Сергей Александрович, кандидат экономических наук, доцент кафедры торгового дела, Институт экономики, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия

Information about the author

Kiryushin Sergey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Commerce, Institute of Economics, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia