

IMPROVING THE INTERACTION OF TRANSPORT MODES IN THE AKTAU HUB ON THE BASIS OF A MULTIMODAL LOGISTICS CENTER**Uvalieva A.****Kobilov A.***PhD, Associate Professor, Master's Student, L.B. Goncharov Kazakh Academy of Road Construction, Almaty***СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ ТРАНСПОРТА В УЗЛЕ АКТАУ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА****Увалиева А.Б.****Кобилев А.Х.***к.т.н., ассоциированный профессор, магистрант, КазАДИ им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы*
<https://doi.org/10.5281/zenodo.20186431>**Abstract**

The article substantiates practical directions for improving the interaction of transport modes in the Aktau transport hub on the basis of a multimodal logistics center. The current state of the hub is analyzed, key coordination constraints are identified, and a conceptual model of integrated transport, terminal, warehouse and digital interaction is proposed. Particular attention is paid to the organizational and technological mechanism of the multimodal logistics center, digital integration of processes, and evaluation of economic, organizational and environmental efficiency. A calculation-based assessment shows that implementation of the proposed model reduces cargo transit time through the hub, decreases storage and administrative costs, improves coordination of operations and increases sustainability of multimodal transport services. The practical significance of the article lies in the possibility of applying the proposed solutions to improve the functioning of the Aktau hub as an element of the Trans-Caspian transport corridor.

Аннотация

В статье обоснованы практические направления совершенствования взаимодействия видов транспорта в транспортном узле Актау на основе мультимодального логистического центра. Проанализировано современное состояние узла, выявлены ключевые ограничения координации, предложена концептуальная модель интеграции транспортных, терминальных, складских и цифровых процессов. Особое внимание уделено организационно-технологическому механизму функционирования мультимодального логистического центра, цифровой интеграции процессов и оценке экономической, организационной и экологической эффективности предлагаемых решений. Расчетная оценка показывает, что внедрение предложенной модели обеспечивает сокращение времени прохождения груза через узел, уменьшение складских и административных затрат, повышение согласованности операций и рост устойчивости мультимодального обслуживания. Практическая значимость статьи заключается в возможности применения предложенных решений для повышения эффективности функционирования узла Актау как элемента Транскаспийского транспортного коридора.

Keywords: Aktau hub, multimodal logistics center, transport mode interaction, cargo flow coordination, digital logistics, economic efficiency, transport corridor

Ключевые слова: узел Актау, мультимодальный логистический центр, взаимодействие видов транспорта, координация грузопотоков, цифровая логистика, экономическая эффективность, транспортный коридор

Введение

В современных условиях развитие транспортной системы Республики Казахстан все в большей степени связано с эффективностью функционирования ключевых транспортных узлов, обеспечивающих сопряжение национальных и международных маршрутов. Особое значение в этой системе приобретает узел Актау, который выполняет функцию связующего звена между морским, железнодорожным и автомобильным транспортом и одновременно выступает важным элементом Транскаспийского международного транспортного маршрута. Рост транзитных потоков, развитие контейнеризации, усиление требований к надежности доставки и цифровой прозрачности операций обуславливают необходимость перехода от фрагментарной схемы

передачи грузов к более интегрированной модели управления потоками [15, p. 121].

Несмотря на положительную динамику развития, узел Актау сохраняет ряд системных ограничений, влияющих на качество взаимодействия видов транспорта. К их числу относятся инфраструктурные ограничения, недостаточная согласованность графиков, сложность многосубъектной координации, неравномерная загрузка отдельных элементов инфраструктуры и неполная цифровая интеграция процессов. В результате часть логистических потерь формируется не на линейных участках маршрута, а именно в узловой точке, где происходят прием, накопление, перегрузка, хранение и дальнейшее перераспределение грузов [19].

Цель статьи заключается в разработке и обосновании практических направлений совершенствования взаимодействия видов транспорта в узле Актау на основе мультимодального логистического центра, а также в оценке эффективности предлагаемых решений.

1. Современное состояние и ключевые ограничения взаимодействия видов транспорта в узле Актау

Транспортный узел Актау выполняет двойственную функцию. С одной стороны, он является важнейшей точкой сопряжения морского, железнодорожного и автомобильного транспорта. С другой стороны, он выступает транзитным узлом, обеспечивающим перераспределение потоков в рамках международных транспортных маршрутов. Значимость узла определяется его положением в системе каспийских перевозок, ролью в обработке экспортно-импортных грузов, а также возможностью включения Казахстана в более широкие логистические цепи между Азией и Европой [20].

Вместе с тем анализ практики функционирования узла показывает, что его развитие сдерживается несколькими группами проблем. Во-первых, сохраняется зависимость от неравномерности прибытия грузов и транспортных средств, что приводит к перегрузке отдельных элементов инфраструктуры и возникновению временных потерь. Во-вторых, взаимодействие участников перевозочного процесса во многом остается многосубъектным и недостаточно централизованным, вследствие чего часть операций координируется не в едином контуре, а через разрозненные организационные связи. В-третьих, неполная интеграция информационных потоков снижает прозрачность обработки грузов и усложняет диспетчерское управление [18, р. 67].

Особую значимость для узла Актау имеет контейнерный сегмент. Именно он в наибольшей степени чувствителен к качеству координации, поскольку требует высокой синхронности перегрузочных операций, быстрого информационного сопровождения и устойчивого сопряжения различ-

ных видов транспорта. Это означает, что совершенствование взаимодействия видов транспорта в узле должно быть направлено не только на развитие инфраструктуры, но и на формирование единого координационного и цифрового пространства мультимодального обслуживания [21].

2. Концептуальная основа совершенствования взаимодействия видов транспорта

В качестве базового направления совершенствования предлагается формирование мультимодального логистического центра, рассматриваемого не только как инфраструктурная площадка, но и как координационное ядро транспортного узла. В этой модели морской, железнодорожный и автомобильный транспорт взаимодействуют не по принципу последовательной передачи груза между разобщенными участниками, а в рамках общего организационно-технологического контура.

Мультимодальный логистический центр в узле Актау должен обеспечивать:

- согласование графиков прибытия и отправления;
- распределение потоков по терминальным и складским зонам;
- управление очередностью обработки;
- цифровое сопровождение грузов и документов;
- мониторинг загрузки инфраструктуры;
- координацию контейнерных и общих грузопотоков.

Такой подход позволяет перейти от локальной перегрузочной логики к интегрированному управлению транспортными, складскими, сервисными и информационными процессами [17, р. 208].

Для наглядного представления практической модели совершенствования взаимодействия видов транспорта в узле Актау целесообразно представить ее в виде структурной схемы, отражающей связь транспортных потоков, внутренних блоков мультимодального логистического центра и ожидаемых результатов его внедрения.



Рисунок 1 – Концептуальная модель совершенствования взаимодействия видов транспорта в узле Актау на основе мультимодального логистического центра

Как видно из рисунка 1, предлагаемая модель строится на интеграции входящих транспортных потоков в пределах единого мультимодального логистического центра, который объединяет терминальные, складские, координационные, цифровые и сервисные функции. В отличие от традиционной схемы, где каждое звено действует преимущественно в рамках собственной зоны ответственности, предложенная модель ориентирована на сквозное управление грузопотоком в границах транспортного узла. Это позволяет сократить логистические разрывы, снизить зависимость от несогласованности участников и обеспечить более устойчивую обработку грузов [18, р. 91; 21, р. 38].

3. Организационно-технологический механизм функционирования мультимодального логистического центра

Практическая реализация предложенной модели требует формирования организационно-технологического механизма, который обеспечивает последовательное прохождение груза через узел и согласование действий участников. В рамках данного механизма выделяются следующие этапы:

1. предварительное планирование мультимодальной операции;
2. прием и регистрация груза;
3. терминальная обработка;
4. складское регулирование;
5. передача на следующий вид транспорта;
6. цифровая фиксация результата и завершение операции.

Координационный центр должен выполнять функции диспетчерского регулирования и управления очередностью операций, тогда как цифровой блок обеспечивает прозрачность движения грузов, электронный документооборот и информационный обмен между участниками. Именно сочетание организационного и цифрового контуров создает условия для повышения согласованности операций и сокращения времени нахождения груза в узле.

4. Направления цифровизации и информационной интеграции узла Актау

Цифровизация транспортного узла Актау должна рассматриваться как обязательное условие эффективного мультимодального взаимодействия. Она предполагает создание единой цифровой платформы, объединяющей портовую администрацию, перевозчиков, терминальные и складские подразделения, экспедиторские компании и контролирующие органы. Основными направлениями цифровизации являются:

- электронный документооборот;
- цифровой мониторинг статуса груза;
- автоматизированное диспетчерское управление;
- контейнерная цифровая координация;
- аналитическая база оценки эффективности.

Функционально цифровая платформа должна обеспечивать регистрацию заявок, фиксацию этапов прохождения груза, резервирование ресурсов, контроль загрузки инфраструктуры и формирование аналитических показателей по времени обра-

ботки, количеству отклонений и эффективности координации. Это позволит сократить временные потери и снизить долю несогласованных операций [21, p. 38].

5. Расчетная оценка экономической эффективности

Экономическая эффективность предлагаемых мероприятий оценивается на основе расчетно-модельного подхода. В качестве базы расчета принимается общий грузооборот узла Актау в размере 4 881 000 т, а также доля грузопотока, непосредственно подпадающего под эффект внедрения модели, равная 35 %. Тогда объем охваченного грузопотока составит:

$$Q_m = 4\,881\,000 \cdot 0,35 = 1\,708\,350 \text{ т}$$

При среднем размере одной координируемой партии 500 т расчетное количество партий составит:

$$N = 1\,708\,350 / 500 = 3\,417 \text{ партий}$$

Для оценки эффекта принимается сокращение среднего времени прохождения партии груза через узел с 42 до 33 часов, то есть на 9 часов, а стоимость одного часа задержки партии — 18 000 тг. Тогда

экономический эффект от сокращения времени прохождения определяется следующим образом:

$$Et = N \cdot Ch \cdot \Delta T$$

$$Et = 3\,417 \cdot 18\,000 \cdot 9 = 553\,554\,000 \text{ тг}$$

Экономический эффект за счет сокращения складских затрат рассчитывается по формуле:

$$Es = Q_m \cdot Cs \cdot \Delta D$$

где стоимость хранения одной тонны груза в сутки составляет 220 тг, а сокращение времени складского пребывания — 0,25 суток. Тогда:

$$Es = 1\,708\,350 \cdot 220 \cdot 0,25 = 93\,959\,250 \text{ тг}$$

Экономический эффект от сокращения административно-документальных затрат определяется исходя из экономии 6 500 тг на одну партию:

$$Ed = N \cdot \Delta C_d$$

$$Ed = 3\,417 \cdot 6\,500 = 22\,210\,500 \text{ тг}$$

Итоговый совокупный эффект составляет:

$$E\Sigma = Et + Es + Ed$$

$$E\Sigma = 553\,554\,000 + 93\,959\,250 + 22\,210\,500 = 669\,723\,750 \text{ тг}$$

Для более компактного и наглядного представления результатов расчетной оценки целесообразно свести основные показатели экономической эффективности в таблицу.

Таблица 1

Сводная оценка экономической эффективности внедрения мультимодального логистического центра в узле Актау

Показатель	Значение
Общий грузооборот узла, т	4 881 000
Доля охваченного грузопотока, %	35
Объем охваченного грузопотока, т	1 708 350
Количество партий, ед.	3 417
Эффект от сокращения времени, тг	553 554 000
Эффект от сокращения складских затрат, тг	93 959 250
Эффект от сокращения документооборота, тг	22 210 500
Совокупный годовой экономический эффект, тг	669 723 750
Первоначальные вложения, тг	420 000 000
Срок окупаемости, мес.	7,6
Рентабельность внедрения, %	159,5
Экономия на 1 т груза, тг/т	392

Представленные данные показывают, что наибольший вклад в совокупный экономический эффект вносит сокращение времени прохождения груза через узел. Это подтверждает, что основным резервом повышения эффективности в мультимодальном транспортном узле является именно согласование операций, снижение простоев и сокращение логистических разрывов между этапами обработки [19; 21].

6. Организационная и экологическая эффективность предлагаемых решений

Помимо экономического результата, внедрение мультимодального логистического центра обеспечивает выраженный организационный эффект. В частности, коэффициент согласованности операций возрастает с 0,85 до 0,93, доля несогласованных операций снижается с 18 % до 10 %, а время прохождения груза через узел сокращается на 21,4 %. Это свидетельствует о повышении управляемости процесса, улучшении ритмичности обработки

грузов и росте устойчивости транспортного обслуживания.

Экологический эффект выражается в сокращении простоев транспортных средств, уменьшении числа внутриплощадочных перемещений и снижении выбросов CO₂. При сокращении среднего времени простоя транспорта с 11 до 8 часов достигается снижение простоев на 27,3 %. Дополнительно уменьшение холостого простоя автотранспорта позволяет сократить выбросы диоксида углерода примерно на 16,4 т CO₂ в год. Это подтверждает, что предложенная модель обладает не только экономической, но и экологической результативностью.

Заключение

Проведенное исследование позволило обосновать, что совершенствование взаимодействия видов транспорта в узле Актау требует перехода от фрагментарной схемы обработки грузов к интегриро-

ванной модели координации на основе мультимодального логистического центра. Предложенная модель объединяет транспортные, терминальные, складские, сервисные и цифровые процессы в рамках единого управленческого контура, что обеспечивает повышение согласованности операций, сокращение временных потерь и улучшение использования инфраструктуры.

Расчетно-модельная оценка показала, что внедрение предложенных решений является экономически обоснованным. Совокупный годовой экономический эффект составляет 669,7 млн тг, срок окупаемости — 7,6 месяца, а рентабельность внедрения достигает 159,5 %. Дополнительно установлено, что модель обеспечивает организационный и экологический эффект, выражающийся в росте согласованности операций, снижении простоев и сокращении выбросов CO₂.

Следовательно, формирование мультимодального логистического центра в узле Актау может рассматриваться как практический инструмент повышения эффективности транспортного узла и усиления его роли в системе международных транспортных маршрутов.

References:

1. Rodrigue J.-P. *The Geography of Transport Systems*. 4th ed. New York: Routledge, 2020.
2. Герами В.Д., Колик А.В. *Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики*. Москва: Юрайт, 2023.
3. Милославская С.В., Плужников К.И. *Мультимодальные и интермодальные перевозки*. Москва: РосКонсульт, 2001.
4. United Nations Conference on Trade and Development. *Review of Maritime Transport 2024*. Geneva: United Nations, 2024.
5. Notteboom T., Pallis A.A., Rodrigue J.-P. *Port Economics, Management and Policy*. New York: Routledge, 2022.
6. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. *Developing Dry Ports and Logistics Centres in Asia and the Pacific*. Bangkok: United Nations.
7. Europlatforms. *Logistics Centres / Freight Villages in Europe: Characteristics and Functions*.
8. Tsamboulas D., Kapros S. *Freight Villages and Intermodal Terminals: Contributions to Intermodality and Regional Development*.
9. OECD/ITF. *Container Transport and Multimodal Logistics: Challenges and Opportunities*. Paris: International Transport Forum.
10. АО «НК «Актауский международный морской торговый порт». *Годовой отчет за 2024 год*.
11. Международная ассоциация «Транскаспийский международный транспортный маршрут». *Маршрут*.
12. KTZ Express. *Multimodal logistics, sea transportation and logistics infrastructure*.