

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Школа транспортной инженерии и логистики им.Тынышбаева
Кафедра «Логистика»

Әкімғали Меруерт Айдарқызы

Регулирование работой вагонного парка в условиях высокой загрузки инфраструктуры
железнодорожного транспорта

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

7М11302 – Логистика

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Школа транспортной инженерии и логистики им.Тынышбаева
(наименование института)

УДК 656.2.073

На правах рукописи

Әкімғали Меруерт Айдарқызы

(Ф.И.О. обучающегося)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ (ПРОЕКТ)

На соискание академической степени магистра

Название диссертации Регулирование работой вагонного парка в условиях
высокой загрузки инфраструктуры железнодорожного
транспорта

Направление подготовки 7М11302 – Логистика
(шифр и наименование образовательной программы)

Научный руководитель

к.т.н., ассоциированный профессор

(ученая степень, звание)



Киселева О.Г.

Ф.И.О.

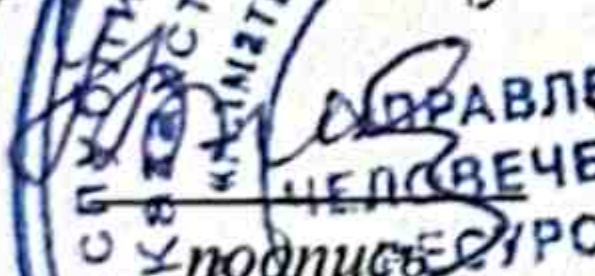
«9» 06

2025 г.

Рецензент

к.т.н., ассоциированный профессор

(ученая степень, звание)



Валишев А.Б.

Ф.И.О.

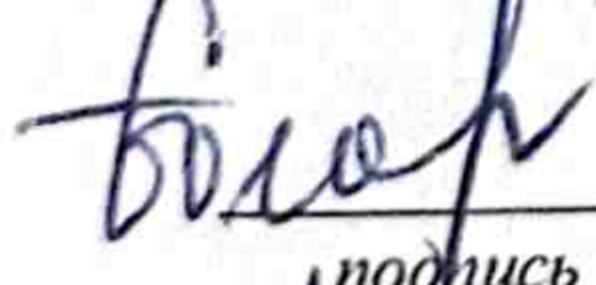
«9» 06

2025 г.

Норм. контроль

к.т.н., ассоциированный профессор

(ученая степень, звание)



Болатқызы С.

Ф.И.О.

«12» 06

2025 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

И.О. руководителя
направления «Логистика»

к.т.н., ассоциированный
профессор

(ученая степень, звание)



Бектилезов А.Ю.

Ф.И.О.

«12» 06

2025 г.

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

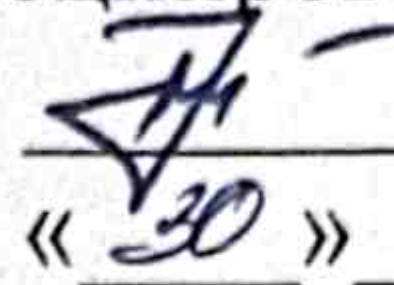
Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Школа транспортной инженерии и логистики им.Тынышбаева
Кафедра «Логистика»

7М11302 – Логистика

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления
«Логистика», к.т.н.,
ассоциированный профессор

 Муханова Г.С.
«30» 01 2025 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Әкімғали Меруерт Айдарқызы

Тема: «Регулирование работой вагонного парка в условиях высокой загрузки
инфраструктуры железнодорожного транспорта»

Утверждена приказом Член Правления-Проректор по академическим вопросам
Жаутиков Ф.Б. №548-П/Ө от 04.12.2023г.

Срок сдачи законченной диссертации «30» 05 2025 г.

Исходные данные к магистерской диссертации:

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) Анализ современных методов регулирования работы вагонного парка в условиях высокой степени загрузки железнодорожной инфраструктуры Казахстана и оценка их эффективности.
- б) Определение ключевых факторов и показателей, влияющих на оборачиваемость и рациональное использование вагонного парка, а также разработка методов их оптимизации.
- в) Разработка рекомендаций по совершенствованию системы управления вагонным парком для повышения пропускной способности и устойчивости железнодорожных перевозок

ГРАФИК подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Анализ загруженности железнодорожной инфраструктуры Казахстана и факторов, влияющих на её эффективность.	Февраль 2025	Выполнено OK
Изучение существующих методов регулирования работы вагонного парка и анализ зарубежного опыта управления загрузкой.	Март 2025	Выполнено OK
Разработка практических рекомендаций по оптимизации вагонного парка и оценка рыночной концентрации с учётом перспектив развития отрасли.	Апрель 2025	Выполнено OK

Подписи

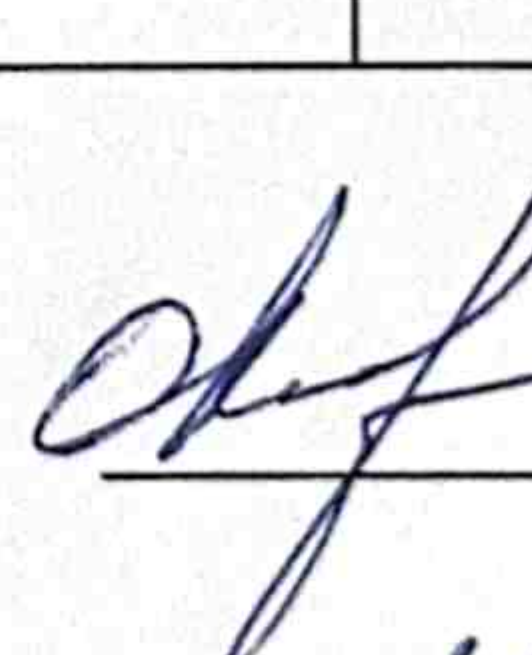
консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты, ФИО. (уч. Степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Болатқызы С., к.т.н, ассоциированный профессор	12.05.2025	Boat

Научный руководитель
(подпись) ФИО

Задание принял к исполнению обучающийся
(подпись) ФИО

Дата

 Киселева О.Г.

 Әкімғали М.А.

«30» 05 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 АНАЛИЗ ЗАГРУЖЕННОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАЗАХСТАНА	11
1.1 Система работы железнодорожной станции Казахстана	11
1.2 Причины и факторы высокой загруженности	14
1.3 Влияние загруженности на транспортные процессы и экономику	17
2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ВАГОННОГО ПАРКА И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ ЗАГРУЗКОЙ.	27
2.1 Существующие подходы и механизмы управления загрузкой	27
2.2 Европейская система управления движением поездов (ETCS): международный опыт и возможности интеграции в Казахстане	32
3 РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ВАГОННОГО ПАРКА И РАСЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТА КОНЦЕНТРАЦИИ (CR)	43
3.1 Методология расчёта коэффициента рыночной концентрации	43
3.2 Оценка степени рыночной концентрации вагонного парка на железнодорожном транспорте РК	45
3.3 Комплексные рекомендации по снижению загруженности железнодорожной инфраструктуры Казахстана	49
3.4 Долгосрочные перспективы развития железнодорожной отрасли Казахстана	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	59

АННОТАЦИЯ

Объем магистерской диссертации: 60 страниц, включая 9 иллюстраций и 6 таблиц. Использовано 41 источника.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, вагонный парк, загрузка, регулирование, железнодорожная инфраструктура, грузоперевозки.

Данная диссертационная работа посвящена разработке регуляторных мер по повышению эффективности использования вагонного парка в условиях высокой степени загрузки объектов железнодорожной инфраструктуры Республики Казахстан. В ходе исследования были проанализированы актуальные проблемы, возникающие в сфере организации грузовых перевозок на фоне растущей экономической активности и увеличения объёмов транспортировки. Основное внимание уделено вопросам оптимизации управления вагонным фондом, рационального распределения подвижного состава и устранения узких мест в инфраструктуре. В рамках работы использованы данные анкетирования грузоотправителей, а также методы математического моделирования и системного анализа, позволившие выявить ключевые факторы, влияющие на эффективность функционирования вагонного парка. Разработанные в исследовании рекомендации направлены на обеспечение устойчивости и надёжности перевозок, повышение операционной эффективности железнодорожной отрасли и улучшение взаимодействия с участниками логистической цепи. Результаты диссертации могут быть использованы для совершенствования государственной транспортной политики, а также повышения конкурентоспособности Казахстана в международных транспортных коридорах.

АНДАТПА

Магистрлік диссертация көлемі: 60 бет, оның ішінде 9 иллюстрация мен 6 кесте бар. 41 дереккөз пайдаланылды.

Түйін сөздер: теміржол көлігі, вагон паркі, жүктеме, реттеу, теміржол инфрақұрылымы, жүк тасымалы.

Бұл магистрлік диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасының теміржол инфрақұрылымы нысандарының жоғары жүктемесі жағдайында вагон паркін тиімді пайдалану деңгейін арттыруға бағытталған реттеу шараларын әзірлеуге арналған. Зерттеу барысында тасымалдау көлемінің ұлғаюы мен экономикалық белсенділіктің артуы аясында жүк тасымалдау саласында туындайтын өзекті мәселелер талданды. Негізгі назар вагон қорын басқаруды оңтайландыруға, жылжымалы құрамды ұтымды бөлуге және инфрақұрылымдағы тар орындарды жоюға аударылды. Жұмыста жүк жөнелтушілер арасында жүргізілген сауалнама деректері, сондай-ақ математикалық модельдеу мен жүйелік талдау әдістері пайдаланылды. Бұл әдістер вагон паркін тиімді пайдалануға әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижесінде әзірленген ұсынымдар тасымалдаудың орнықтылығы мен сенімділігін қамтамасыз етуге, теміржол саласының операциялық тиімділігін арттыруға және логистикалық тізбектегі қатысушылармен өзара іс-қимылды жақсартуға бағытталған. Диссертация нәтижелері мемлекеттік көлік саясатын жетілдіруде және Қазақстанның халықаралық көлік дәліздеріндегі бәсекеге қабілеттілігін арттыруда қолданылуы мүмкін.

ABSTRACT

The master's thesis comprises 60 pages, including 9 illustrations and 6 tables. 41 sources were used.

Keywords: rail transport, wagon fleet, load, regulation, railway infrastructure, freight transportation.

This master's thesis is dedicated to the development of regulatory measures aimed at improving the efficiency of the use of the wagon fleet under conditions of high loading of railway infrastructure facilities in the Republic of Kazakhstan. The study analyzes current challenges in freight transportation management caused by increasing economic activity and growing volumes of cargo shipments. Special attention is given to optimizing wagon fleet management, rational distribution of rolling stock, and addressing infrastructure bottlenecks. The research incorporates survey data from freight shippers, as well as mathematical modeling and systems analysis methods, which helped identify key factors affecting the effective operation of the wagon fleet. The recommendations developed in this study aim to ensure the sustainability and reliability of freight operations, enhance the operational efficiency of the railway sector, and improve coordination among logistics chain participants. The findings of the thesis can be used to improve state transport policy and strengthen Kazakhstan's competitiveness within international transport corridors.

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в транспортной системе Казахстана, обеспечивая устойчивое развитие экономики, соединяя удалённые регионы и поддерживая экспортно-импортные потоки. Географическое положение страны как транзитного моста между Европой и Азией придаёт особую значимость эффективной работе железнодорожной инфраструктуры. В современных условиях наблюдается рост объемов грузоперевозок, что приводит к повышенной нагрузке на вагонный парк и критически важные объекты железнодорожной сети — сортировочные станции, перегрузочные узлы, депо и пути общего пользования [1].

Увеличение интенсивности движения вызывает сложности в управлении вагонными потоками, снижает оперативность перевозок, увеличивает время простоя вагонов и оборачиваемость подвижного состава. Это, в свою очередь, негативно сказывается на экономических показателях предприятий отрасли, усиливает логистические риски и может привести к сбоям в снабжении ключевых отраслей экономики [2]. В связи с этим возрастает необходимость комплексного подхода к регулированию работы вагонного парка с целью повышения эффективности функционирования железнодорожной инфраструктуры.

Актуальность темы исследования обусловлена растущей нагрузкой на железнодорожную сеть Казахстана, особенно в условиях активного развития транзитных коридоров и увеличения внутренних перевозок. По данным отраслевых аналитиков, в последние годы наблюдается значительный рост объёмов перевозимых грузов, в том числе в направлении Китая, России, стран Центральной Азии и Европы. Вместе с тем, текущая система регулирования вагонных потоков не всегда справляется с возникающими вызовами, что приводит к нерациональному использованию инфраструктурных мощностей, задержкам в перевозках и росту эксплуатационных затрат.

Недостаточная координация между участниками транспортного процесса делает необходимым разработку и внедрение эффективных механизмов регулирования работы вагонного парка, учитывающих как внутренние особенности железнодорожной системы Казахстана, так и международный опыт. Исследование данной темы позволит выработать практические рекомендации по оптимизации функционирования инфраструктуры и повысить устойчивость всей транспортной системы страны в условиях растущей загрузки.

Объект исследования: Железнодорожная инфраструктура Республики Казахстан

Предмет исследования: методы, механизмы и организационно-управленческие подходы к регулированию работы вагонного парка

Цель исследования: Повышение эффективности работы вагонного парка и железнодорожных перевозок в условиях высокой загрузки инфраструктуры на территории Республики Казахстан.

Задачи данного исследования:

- Выявить причины и последствия высокой загруженности железнодорожной инфраструктуры Казахстана.
- Изучить существующие методы регулирования работы вагонного парка и зарубежный опыт управления загрузкой.
- Разработать практические рекомендации по оптимизации использования вагонного фонда и снижению загруженности железнодорожной инфраструктуры, а также рассчитать коэффициент рыночной концентрации (CR) для оценки распределения вагонов и степени их загрузки.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в расчёте коэффициента концентрации (CR) для оценки распределения загруженности вагонного парка по типам подвижного состава в условиях перегруженной железнодорожной инфраструктуры Казахстана. Впервые проводится количественный анализ уровня концентрации с учётом рыночных долей крупнейших участников, что позволяет выявить диспропорции в использовании вагонов и оценить влияние концентрации на эффективность перевозок.

Теоретическая значимость диссертации заключается в том, что проведённое исследование позволяет углублённо проанализировать механизмы регулирования работы вагонного парка в условиях высокой загрузки объектов железнодорожной инфраструктуры Республики Казахстан, а также формирует теоретическую базу для дальнейших исследований в области оптимизации грузовых железнодорожных перевозок.

Практическая значимость результатов исследования состоит в разработке рекомендаций по повышению эффективности использования вагонного парка и снижению уровня перегрузки железнодорожной инфраструктуры, что способствует улучшению организации перевозочного процесса, повышению надёжности логистических цепей и укреплению конкурентоспособности транспортной отрасли Казахстана.

Методы исследования включают сравнительный, аналитический, исторический и логические методы, метод анализа иерархий, метод экспертных оценок, а также общие приемы экономических исследований, такие как анализ и синтез, сравнение и обобщение, группировка и статистические методы.

Практическая база исследования основана на анализе статистических данных по загруженности вагонного парка и железнодорожной инфраструктуры Казахстана, включая показатели работы сортировочных станций, диспетчерские отчёты, данные о движении и простоях вагонов различных типов.

1 АНАЛИЗ ЗАГРУЖЕННОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАЗАХСТАНА

1.1 Система работы железнодорожной станции Казахстана

Железнодорожная станция является ключевым элементом в организации перевозочного процесса в транспортной системе Казахстана. Её функционирование включает в себя комплекс технических, технологических и административных операций, направленных на обеспечение непрерывности, безопасности и эффективности перевозок. В условиях активного экономического роста и увеличения экспортно-импортных потоков особенно важно понимать, как функционирует данная система на практике.

Товарищество с ограниченной ответственностью «КТЖ-Грузовые перевозки» является крупнейшим оператором грузовых железнодорожных перевозок в Казахстане и ключевым элементом транспортной инфраструктуры страны. Согласно годовому отчету за 2021 год, компания обслуживает 831 станцию, располагает 30 локомотивными и 17 вагонными депо, а также управляет парком из 1 678 локомотивов [3]. 2021 год стал испытанием для отрасли в силу высокой степени загруженности железнодорожной инфраструктуры. Среди ключевых вызовов можно отметить снижение участковой скорости до 41,57 км/ч и сокращение среднесуточного пробега локомотива до 627 км, что является следствием роста объема перевозок, увеличения количества отставленных поездов, ограничений на погранпереходах с КНР и снижения пропускной способности отдельных участков [4].

Несмотря на сложности, «КТЖ-Грузовые перевозки» продемонстрировало устойчивость. Общий тарифный грузооборот составил 225,6 млн т-км нетто, а транзитные перевозки достигли 39,6 млн т-км с положительной динамикой. Среднесуточная производительность грузового вагона составила 8 558 т-км нетто, что позволило Казахстану занять лидирующие позиции среди стран СНГ по данному показателю. Также показатель средней статической нагрузки вагона достиг 64,7 тонн.

Однако выросли издержки: удельный расход дизельного топлива увеличился на 1,84 кг/изм. (до 27,24 кг/изм), а общее потребление топлива составило более 510 тыс. тонн, что связано с техническими потерями и увеличенной продолжительностью стоянок. Подобная тенденция требует срочных мер по модернизации тягового подвижного состава и снижению энергоемкости операций [5].

Компания принимает меры по цифровизации процессов управления движением, оптимизации маршрутной сети и внедрению инновационных решений, включая Центр управления движением поездов. Особое внимание уделяется безопасности: в 2021 году зафиксировано 81 нарушение безопасности движения, большинство из которых произошло в перегруженных отделениях. На фоне высокой степени загрузки

железнодорожной инфраструктуры, регулирование работы вагонного парка должно основываться на рациональном распределении потоков, внедрении систем прогнозирования и диспетчеризации, а также использовании рыночных механизмов, таких как деконцентрация операторского рынка. Это позволит не только повысить эффективность использования инфраструктуры, но и обеспечить устойчивость грузоперевозочного комплекса в долгосрочной перспективе [4].

Практика деятельности ТОО «КТЖ-Грузовые перевозки» демонстрирует как риски, так и потенциал в условиях загруженности. Меры по модернизации, цифровизации и повышению эффективности управления вагонным парком являются ключевыми в стратегии устойчивого развития железнодорожного сектора Казахстана.

Формирование поездов осуществляется на сортировочных и грузовых станциях, исходя из маршрутных схем, номенклатуры грузов и логистических задач. Координация движения поездов между станциями осуществляется диспетчерскими центрами АО «НК «Казахстан темір жолы» (КТЖ) через автоматизированную систему управления движением поездов (АСУ ДУ). Передвижение по графику осуществляется в соответствии с утверждённым Единым графиком движения поездов. Каждое приближение состава к станции отслеживается в реальном времени и сопровождается уведомлением смежных станций через систему АСУ [3].

По прибытии поезда управление осуществляется дежурным по станции, который принимает состав на свободный путь при помощи электрической или механической централизации (ЭЦ/МЦ). Оператор поста централизации контролирует положение стрелок и светофоров. После остановки проводится осмотр состава техническими специалистами (осмотрщиками вагонов). Они проверяют техническое состояние вагонов, тормозное оборудование, наличие неисправностей или повреждений. Информация заносится в автоматизированную систему эксплуатации станции [2].

После прибытия и осмотра состав может быть расформирован. Вагоны распределяются по направлениям, грузоотправителям и видам подвижного состава. Маневровый тепловоз под управлением машиниста и в координации с маневровым диспетчером перемещает вагоны по станции.

Управление осуществляется через автоматизированные рабочие места диспетчера (АРМ МД) и систему централизованной связи.

Подача вагонов на подъездные пути клиентов осуществляется по заявке, поступившей через национальную систему грузовых перевозок КТЖ. Заявки подаются через логистические кабинеты и обрабатываются в едином информационном окне [5].

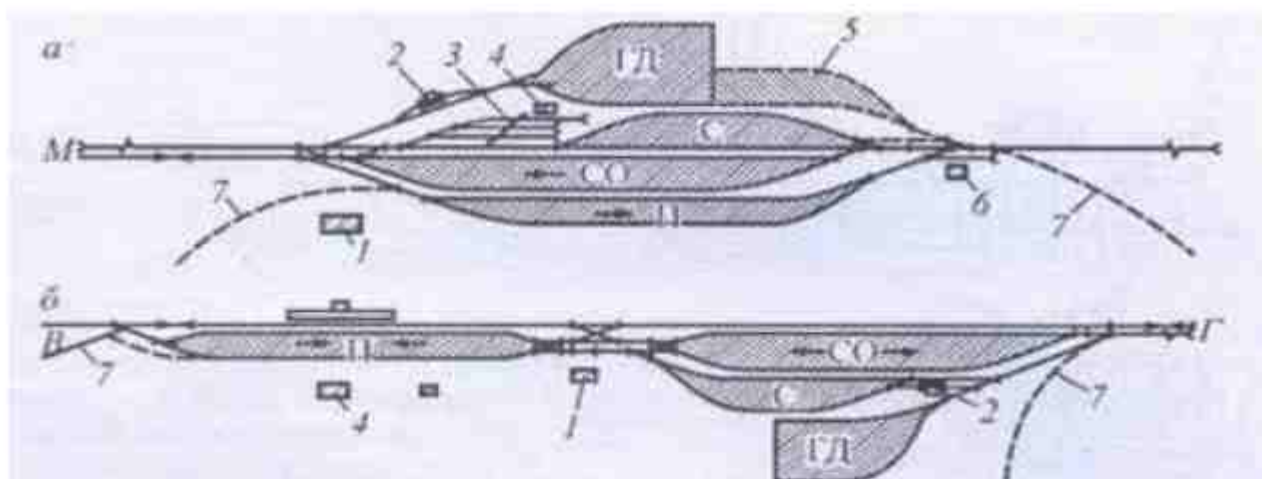


Рисунок 1 – Схема грузовых станций: а – тупикового типа, б – сквозного типа. 1- техническое здание, 2 – вагонные весы, 3 – пути ремонта, 4 – пункт техобслуживания, 5 – путь грузового двора, 6 – экипировка локомотива, 7 – проездной путь.

Примечание – Составлено на основе литературы [6]

Погрузка и разгрузка осуществляется либо клиентом самостоятельно, либо с привлечением операторов терминалов и логистических компаний.

Таблица 1 – Применяемые технологии и системы

Название системы	Назначение
АСУ ДУ	Управление движением поездов
АСУ Эксплуатация	Учёт, планирование, анализ работы вагонов и станций
АСУ Грузовые перевозки	Прием заявок, маршрутная логистика
АРМ Маневрового диспетчера	Координация маневровых операций
АРМ Оператора станции	Оперативная работа по приёму, отправке и подаче
Платформа «Цифровая железная дорога»	Сквозной контроль и управление грузовыми потоками

Примечание – Составлено на основе литературы [5]

Казахстан использует собственную цифровую платформу, включающую автоматизированную систему учёта и планирования перевозок, электронную базу данных клиентов, грузов и вагонов. Все грузовые накладные, маршрутные листы, акты оформляются через внутренние платформы КТЖ, такие как:

- АСУ Грузовые перевозки;

- АСУ Эксплуатация;
- АРМ Оператора станции;
- Цифровая железная дорога;

Таким образом обеспечивается сквозной электронный документооборот без использования бумажных носителей.

После завершения погрузочно-разгрузочных работ вагоны проверяются, формируются в новый состав и готовятся к отправке. Машинист получает маршрутную документацию и по разрешению дежурного по станции начинает движение. Информация об отправке автоматически обновляется в АСУ ДУ и системе Магистраль.

Движение между станциями контролируется диспетчерскими центрами участков. Все участники обмена — дежурные по станциям, машинисты, диспетчеры — работают в единой информационной среде. В процессе используются радио- и цифровая связь, телеграммы о подходе поезда, информация о готовности следующей станции к приему [7].

1.2 Причины и факторы высокой загруженности

Загруженность железнодорожной инфраструктуры Казахстана является следствием нескольких факторов, которые в сочетании создают высокий уровень нагрузки на железнодорожные пути, вагоны и транспортную логистику в целом. Это влияние может быть разделено на экономические, инфраструктурные и внешние факторы, каждый из которых вносит свою долю в общую картину высокой загруженности.

Одной из основных причин высокой загруженности является экономический рост, который стимулирует рост объемов перевозок как внутри страны, так и за ее пределами. Казахстан активно развивается как важный транспортный узел в рамках международной логистической сети, особенно в контексте «Нового Шелкового пути», что способствует росту спроса на железнодорожные перевозки. Торговля с Китаем и другими странами Центральной Азии, а также растущие объемы экспортных перевозок, таких как уголь, нефть, зерно, значительно увеличили грузопотоки. Казахстан выступает важным транзитным звеном, связывающим Китай с Европой.

В частности, через Казахстан проходят ключевые железнодорожные маршруты, что приводит к увеличению потока международных грузов. По данным Национального статистического агентства Казахстана, объемы железнодорожных перевозок в 2021 году составили более 400 миллионов тонн, что на 3.2% больше по сравнению с предыдущим годом. Этот рост еще больше увеличивает нагрузку на инфраструктуру [8].

Кроме того, внутреннее потребление и увеличение потребности в перевозке товаров внутри страны также способствуют росту объемов перевозок. В последние годы активно развиваются горнодобывающая и

сельскохозяйственная отрасли, что также требует увеличения грузовых перевозок через железные дороги.

Еще одной причиной высокой загруженности является ограниченная пропускная способность существующих железнодорожных магистралей и недостаточное количество современных вагонов. Несмотря на модернизацию инфраструктуры, старение основных железнодорожных путей и подвижного состава продолжает оставаться серьезной проблемой.

По состоянию на 2022 год более 50% подвижного состава в Казахстане нуждается в ремонте или замене. Это приводит к увеличению времени простоя вагонов, ухудшению качества обслуживания и увеличению расходов на техническое обслуживание.

Согласно данным КТЖ (АО «Қазақстан темір жолы»), общее количество железнодорожных путей на территории страны составляет более 16 000 километров, но из-за ограниченной пропускной способности и устаревших путей наблюдается значительная перегрузка, особенно на ключевых маршрутах и узких местах, таких как переходы через реки и горные районы [9].

Внешние экономические и политические факторы также играют важную роль в увеличении загруженности железнодорожной инфраструктуры Казахстана. Геополитическая нестабильность, санкции, экономические санкции против ключевых торговых партнеров Казахстана и изменения в мировой экономике влияют на поток международных перевозок и на работу железнодорожной сети. Наблюдается высокая зависимость от стабильности маршрутов, таких как транзитные пути через Россию и Китай.

Любые сбои в этих цепочках поставок могут привести к резкому увеличению нагрузки на железнодорожную инфраструктуру Казахстана. Примером является обострение ситуации в Украине, которое привело к значительному увеличению потока товаров через Казахстан, что в свою очередь вызвало дополнительную нагрузку на железные дороги и логистику [8].

Сезонные колебания также являются важным фактором, который влияет на загруженность железнодорожной инфраструктуры. В зимний и летний период, когда активность в сельском хозяйстве и горнодобывающей промышленности особенно велика, наблюдается резкое увеличение объемов перевозок. Это связано с сезонной потребностью в транспортировке зерна, угля, нефти и других стратегически важных товаров. В летний период также увеличивается объем международных перевозок, что особенно выражено на транзитных маршрутах через Казахстан.

Загруженность системы водоснабжения и хранилищ (СВХ) является еще одной причиной, влияющей на загруженность железнодорожной инфраструктуры. Система СВХ, необходимая для хранения и распределения ресурсов, таких как зерно, уголь и нефть, часто не успевает справляться с объемами поступающих грузов. Это приводит к тому, что вагоны, доставившие товары на СВХ, задерживаются на длительное время в ожидании

разгрузки. Из-за высокой загруженности СВХ вагоны могут простаивать на терминалах, что увеличивает время оборота подвижного состава и снижает эффективность транспортной сети. Эти задержки создают дополнительную нагрузку на железнодорожные пути, увеличивая общую загруженность системы.

Анализ показателей за последние годы показывает, что летом объемы железнодорожных перевозок увеличиваются на 10-15% по сравнению с зимними месяцами. В это время часто происходит перегрузка железнодорожных маршрутов, что может приводить к задержкам в поставках и снижению общей эффективности транспортной системы [10].

Коэффициент оборачиваемости вагонов (КОВ) — важный показатель эффективности использования подвижного состава, отражающий, сколько раз в течение года вагон используется для перевозки грузов.

Высокий КОВ свидетельствует о хорошей логистике и минимальных простоях, в то время как низкий указывает на неэффективность в управлении вагонным парком. В Казахстане средний КОВ в 2023–2024 годах составляет около 8–10 оборотов в год, что ниже по сравнению с Россией (10–13) и значительно уступает странам с развитой логистикой, таким как США, Германия или Китай, где оборачиваемость может достигать 20–25 раз в год [11].

Основные причины низкой оборачиваемости в Казахстане включают высокий уровень порожнего пробега (до 40% вагонов возвращаются без груза), изношенность вагонного парка (свыше 45% вагонов старше 22 лет), длительные задержки на станциях и границах, а также недостаточную цифровизацию процессов управления.

Кроме того, неэффективное распределение грузопотоков и отсутствие мультимодальной и интермодальной интеграции с другими видами транспорта затрудняют более динамичное использование вагонов. Эти факторы не только увеличивают затраты, но и снижают пропускную способность сети, особенно в условиях высокой загруженности инфраструктуры [11].

Для повышения КОВ необходимы комплексные меры: модернизация подвижного состава, цифровизация логистических процессов, оптимизация графиков движения, строительство логистических хабов и терминалов, а также стимулирование перевозок с грузом в обоих направлениях. Упрощение таможенных процедур и развитие международной координации также помогут ускорить оборот вагонов.

Повышение этого показателя критически важно для устойчивости транспортной системы Казахстана и её роли в международной логистике, особенно в рамках инициативы «Один пояс — один путь» и развития транзитного потенциала между Китаем, Европой и странами Персидского залива [12].

1.3 Влияние загруженности на транспортные процессы и экономику

Загруженность железнодорожной инфраструктуры Казахстана оказывает значительное влияние как на транспортные процессы, так и на экономику страны в целом. Этот фактор напрямую затрудняет эффективность функционирования всей транспортной системы, что, в свою очередь, отражается на временных затратах, себестоимости перевозок, качестве обслуживания и конкурентоспособности железнодорожного транспорта в международной логистике.

Следующая часть работы будет посвящена подробному представлению результатов проведённого исследования. Благодаря применённому методу удалось преобразовать субъективные оценки участников рынка в конкретные количественные показатели, что позволило систематизировать и объективизировать анализ влияния загруженности на эффективность железнодорожных перевозок. Полученные числовые данные дают возможность выявить ключевые узкие места в работе инфраструктуры и определить факторы, оказывающие наибольшее воздействие на качество обслуживания.

Эти результаты служат основой для формирования обоснованных выводов и определения наиболее приоритетных направлений для дальнейших инвестиций и модернизации железнодорожной сети. Более того, систематизация данных позволяет выстраивать долгосрочные стратегии по оптимизации транспортных процессов с учётом реальных рыночных условий и экономических факторов.

Дальнейшее исследование будет направлено на глубокий анализ собранных данных с целью выявления закономерностей и трендов, а также на разработку конкретных рекомендаций, способных повысить операционную эффективность и устойчивость железнодорожного транспорта. Особое внимание будет уделено интеграции результатов анализа в практические меры по снижению загруженности и повышению качества транспортных услуг, что в конечном итоге позитивно скажется на экономике Казахстана.

Для достижения поставленных целей и решения задач данного исследования был применён комплексный методологический подход. В качестве основного метода исследования использовался эмпирический метод, включающий сбор, анализ и интерпретацию данных на основе конкретных наблюдений и фактических явлений.

Для получения дополнительной информации и оценки актуальности проблемы загруженности вагонного парка Казахстана был проведен сбор эмпирических данных среди грузоотправителей. В качестве инструмента сбора информации использовалась анкета, предназначенная для определения мнений и точек зрения грузоотправителей относительно текущего состояния и проблем загруженности вагонного парка.

Анкета была распределена среди представителей грузоотправителей, что позволило собрать разносторонние мнения и оценки относительно проблем загруженности вагонного парка. Полученные данные послужили основой для качественного анализа и интерпретации текущей ситуации, а также определения наиболее значимых аспектов проблемы в контексте казахстанского вагонного парка.

1. Какова общая степень загрузки вашего вагонного парка на объектах железнодорожной инфраструктуры в Казахстане?

16 ответов

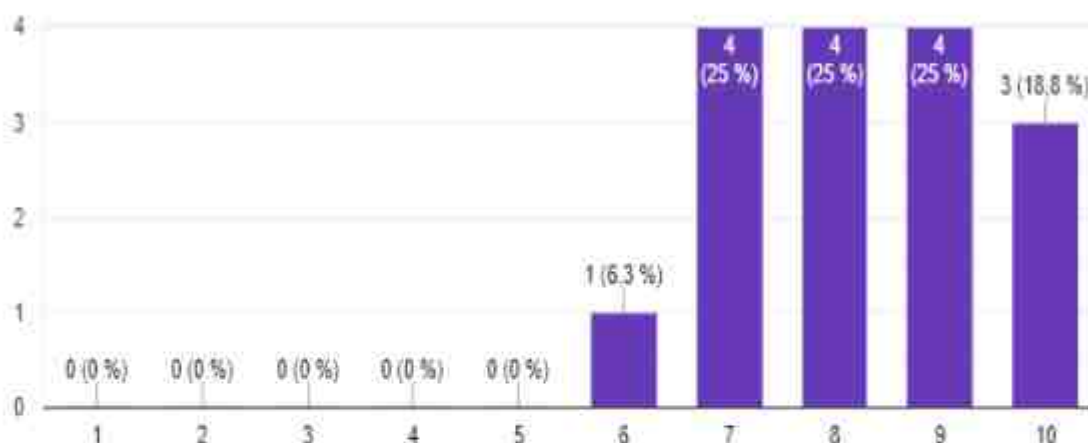


Рисунок 2 – Результаты опроса на вопрос 1.

Примечание – Составлено автором

На основе результатов опроса видно, что основная часть респондентов оценивает степень загрузки вагонного парка как высокую — оценки от 7 до 9 баллов по 10-балльной шкале дали 75 % опрошенных. Это указывает на значительную нагрузку на подвижной состав, что может быть связано с повышенным спросом на грузоперевозки, ограниченными ресурсами или недостаточной оптимизацией логистических процессов.

При этом 18,8 % участников оценили загрузку на максимально высоком уровне (10 баллов), что свидетельствует о возможных перегрузках и предельной эксплуатации вагонов. Только один респондент (6,3 %) поставил 6 баллов, и ни один не выбрал оценки ниже. Эти данные подчёркивают актуальность задач по улучшению управления вагонным парком и распределения ресурсов в условиях интенсивной эксплуатации.

2. Какие основные проблемы вы сталкиваетесь при управлении вагонным парком в условиях высокой загрузки?

Согласно результатам опроса, наиболее распространённой проблемой среди респондентов является недостаточная доступность вагонов в периоды повышенного спроса — эту трудность отметили 56,3 % участников. Это указывает на дисбаланс между объёмами перевозок и доступным количеством

подвижного состава, особенно в пиковые сезоны, что может негативно сказываться на сроках доставки грузов и уровне удовлетворённости клиентов.

16 ответов

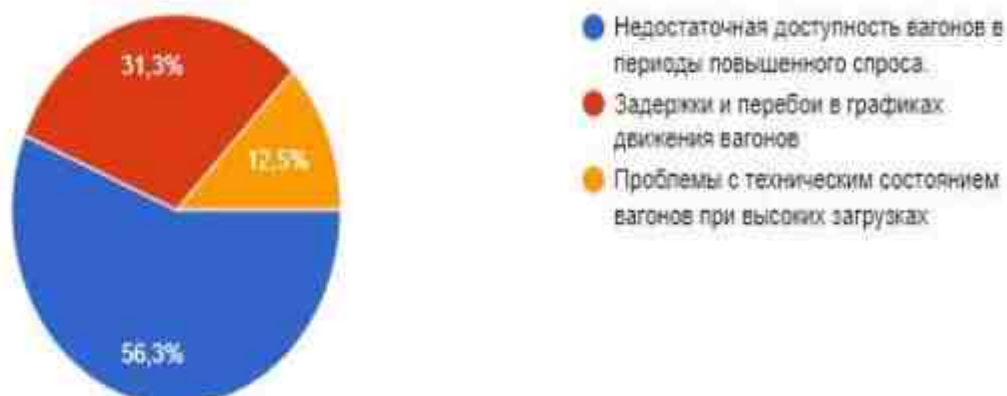


Рисунок 3 – Результаты опроса на вопрос 2.

Примечание – Составлено автором

Кроме того, 31,3 % опрошенных указали на задержки и перебои в графиках движения вагонов, что, вероятно, связано с перегруженностью инфраструктуры и недостаточной координацией логистических операций. Также 12,5 % респондентов сталкиваются с проблемами технического состояния вагонов при высоких нагрузках.

3. Какие конкретные меры вы принимаете для оптимизации работы вагонного парка в условиях интенсивной загрузки?

16 ответов

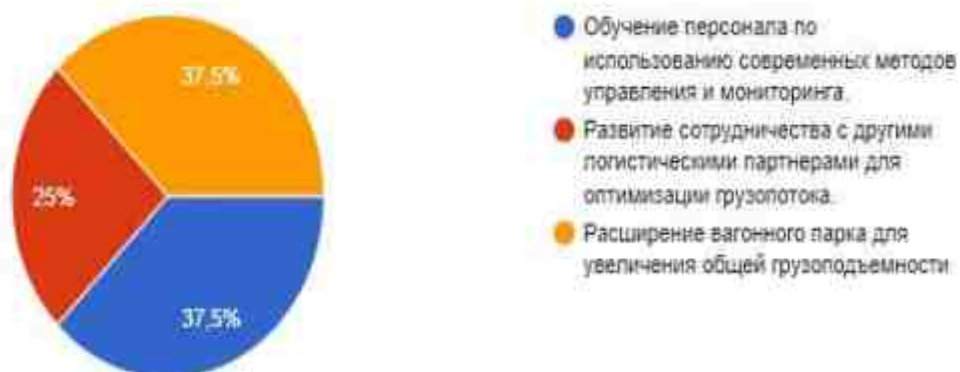


Рисунок 4 – Результаты опроса на вопрос 3.

Примечание – Составлено автором

Для оптимизации работы вагонного парка в условиях высокой загрузки респонденты чаще всего указывали на обучение персонала по современным методам управления и мониторинга (37,5 %). Это говорит о стремлении

предприятий повышать квалификацию сотрудников, внедрять цифровые инструменты и автоматизированные системы для более эффективного контроля над движением вагонов и использованием ресурсов.

Равное количество респондентов (37,5 %) выбрало расширение вагонного парка, что демонстрирует понимание необходимости увеличения грузоподъемности и резерва подвижного состава. Ещё 25 % участников выделили развитие сотрудничества с другими логистическими партнёрами, что может способствовать лучшей координации маршрутов и снижению времени простоев вагонов, особенно при межрегиональных и международных перевозках.

4. Как оценивается эффективность действующих механизмов регулирования работы вагонного парка в контексте интенсивной загрузки?

16 ответов

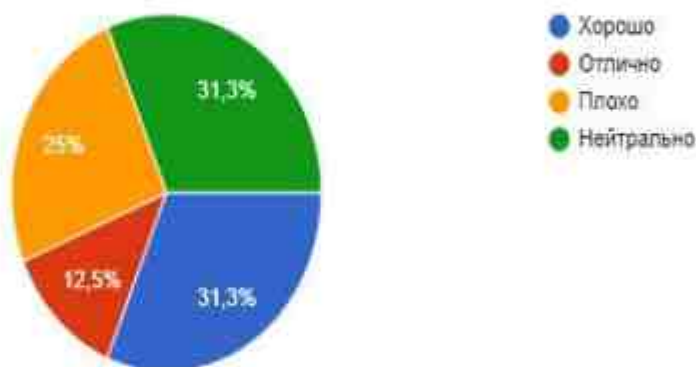


Рисунок 5 – Результаты опроса на вопрос 4.

Примечание – Составлено автором

Целью исследования эмпирическим методом является изучение эффективности существующих методов регулирования работы вагонного парка при высокой степени загрузки железнодорожной инфраструктуры Казахстана.

Этапы исследования:

- Описание контекста и специфики железнодорожной отрасли Казахстана.
- Наблюдение за текущими процессами и ограничениями в работе вагонного парка.
- Изучение действующих регулирующих мероприятий и политик.
- Сравнительный анализ тарифов и практик.
- Формулирование выводов и разработка рекомендаций.

Описание контекста:

Казахстан имеет одну из самых разветвленных и развитых железнодорожных систем в Центральной Азии. Государственная

железнодорожная компания «Казахстан Темир Жолы» (КТЗ) играет ключевую роль в управлении и развитии железнодорожной инфраструктуры.

Загрузка железнодорожных объектов часто зависит от экономической активности страны, транспортных потребностей предприятий и мировых рыночных условий. Проблемы могут возникнуть в случае роста транспортного спроса, когда существующая инфраструктура не в состоянии обеспечить достаточную пропускную способность [13].

Казахстан совершенствует свою железнодорожную инфраструктуру через инвестиции и стратегические планы развития. Проекты, такие как «Нұрлы Жол» («Яркий путь»), направлены на модернизацию и расширение сети с целью повышения эффективности перевозок и конкурентоспособности.

Возможные проблемы могут включать в себя:

- Старые и изношенные пути и оборудование могут снижать эффективность и безопасность перевозок.
- Растущий объем грузов может создавать проблемы с пропускной способностью существующих линий.
- Сбои в оборудовании и технические неполадки могут вызывать задержки и ухудшать общую надежность системы.

Казахстан играет важную роль в транзитных маршрутах для международных грузовых перевозок, особенно в контексте инициативы «Один пояс, один путь» Китая.

В ходе исследования были зафиксированы следующие проблемы:

- Ограничения на движение порожних вагонов (запретные телеграммы), существенно замедляющие оборот вагонов — средняя задержка составила около 1 года.
- Эффективность подобных ограничений оценивается примерно в 50%, однако наблюдаются случаи коррупционного давления при оформлении разрешений.
- Процесс оформления выезда вагонов занимает значительное время — до 48 часов после подачи документов [14].

Зафиксированы случаи ограничений на движение порожних вагонов (запретные телеграммы), что повлияло на эффективность оборота. Средняя продолжительность задержки составила 1 год. Выявлено:

- эффективность подобных ограничений — около 50%;
- случаи коррупционного давления при оформлении разрешений;
- длительное оформление выезда вагонов (до 48 часов после оформления).

Таблица 3 – Сравнительный анализ тарифов и ставок

Показатель	2022 год	2023 год
Суточная ставка (АО «Астык Транс»)	18 000 тт/вагон	30 000 тт/вагон
Тариф (маршрут Жана-Есиль – Галаба эксп.)	181 138 тт (пшеница)	241 384 тт (пшеница)

Примечание – Составлено автором

ФАКСОГРАММА

Ц КЗХ
Н КРГ ТДЖ УЗБ

В связи с обращением АО «НК «КТЖ» от 22.02.2024 г. № 00025 Дирекция Совета уведомляет о введении конвенционного запрещения с 01 марта по 30 апреля 2024 г. на перевозку порожних собственных и арендованных крытых вагонов и полувагонов со всех станций железнодорожных администраций КРГ, ТДЖ, УТИ через пограничный переход Келес (эксп.) (720602) УЗБ – Сарыагаш (эксп.) (704101) КЗХ назначением на все станции КЗХ.

Действие конвенционного запрещения не распространяется на перевозку:

- крытых вагонов и полувагонов назначением на станцию Илецк I (666906) КЗХ в адрес грузополучателя ООО «Руссольт»;
- крытых вагонов и полувагонов, возвращающихся на железную дорогу приписки КЗХ.

И.о. ЦСЖТ



Соложенкин

ДЗ- 568
22.02.2024

Рисунок 6 – Факсограмма от 22.02.2024 от Исполняющего обязанности совета по железнодорожному транспорту.

Примечание – Составлено на основе литературы [15]

В годовом отчете ТОО «КТЖ-Грузовые перевозки» представлена Карта рисков на 2021 год, которая отражает систематизированный подход компании

к управлению потенциальными угрозами в сфере железнодорожных перевозок. Карта охватывает ключевые риски, способные повлиять на стабильность операционной и финансовой деятельности.

Классификация рисков была проведена по двум параметрам: вероятность возникновения и степень воздействия на деятельность предприятия. Наибольшее внимание было уделено следующим категориям:

1. Операционные риски – связанные с авариями, нарушениями графика движения, техническими неисправностями подвижного состава. Учитывая высокий износ инфраструктуры и локомотивного парка, данные риски были отнесены к числу критически важных.

2. Финансовые риски – включают колебания тарифной политики, инфляционные процессы и рост стоимости ресурсов, в том числе топлива и электроэнергии. Изменения экономических условий могли бы существенно повлиять на рентабельность компании.

3. Регуляторные и правовые риски – вероятность изменений в законодательстве, регулирующем железнодорожные перевозки, в том числе международные нормы, особенно в рамках сотрудничества с КНР и странами ЕАЭС.

4. Информационные и кибер риски – актуализированы в связи с цифровизацией управления движением и внедрением ИТ-решений. Риски кибератак и утечки данных были отнесены к высокой категории вероятности.

5. Климатические и природные риски – изменения погодных условий, паводки, обледенения путей, особенно в зимний период, могут оказывать существенное влияние на безопасность и своевременность перевозок [16].

Для каждого риска в карте были определены:

- степень контроля со стороны компании;
- мероприятия по снижению вероятности и минимизации последствий;
- ответственные подразделения за мониторинг и реагирование.

Карта рисков, представленная в отчете ТОО «КТЖ-Грузовые перевозки», служит важным инструментом для повышения устойчивости компании, позволяя заранее выявлять и управлять потенциальными угрозами, такими как технические сбои, финансовые колебания, киберриски и климатические воздействия.

Это способствует минимизации убытков, повышению эффективности операционного планирования, соблюдению международных стандартов (например, ISO), укреплению доверия со стороны клиентов и партнеров, а также формированию обоснованной стратегии модернизации и цифровизации железнодорожной инфраструктуры Казахстана в условиях высокой степени её загруженности [17].

Введение запретных телеграмм на въезд порожних вагонов в Казахстане не решает проблемы загруженности. Для оптимизации вагонного парка в условиях высокой загрузки, рекомендуется внедрение мер, таких как оптимизация логистических процессов, развитие мультимодальных

перевозок, инвестиции в инфраструктуру, улучшение технического обслуживания и использование современных технологий.

Гибкие тарифы и сотрудничество с логистическими партнерами также могут способствовать более эффективному использованию ресурсов. Этот комплексный подход может содействовать повышению производительности и снижению времени простоя вагонов, обеспечивая более эффективное функционирование железнодорожной инфраструктуры.

Высокая загруженность железнодорожных путей и подвижного состава негативно сказывается на скорости и надежности перевозок. Одним из основных последствий является увеличение времени простоя вагонов на станциях и в пути.

Это приводит к задержкам в поставках и увеличению времени ожидания, что особенно актуально для транзитных перевозок, в которых скорость доставки играет ключевую роль. Например, в 2021 году среднее время прохождения грузовых поездов по маршрутам Казахстана увеличилось на 7% по сравнению с предыдущим годом, что стало следствием перегрузки основных железнодорожных коридоров [18].

Дополнительными факторами, ухудшающими эффективность транспортных процессов, являются высокие эксплуатационные расходы, связанные с интенсивной работой старых путей и подвижного состава. Статистика показывает, что около 50% железнодорожных путей в Казахстане нуждаются в капитальном ремонте или замене, что увеличивает время на техническое обслуживание и, как следствие, снижает пропускную способность инфраструктуры [19].

Загруженность железнодорожной инфраструктуры непосредственно влияет на экономику Казахстана. Снижение эффективности перевозок ведет к увеличению издержек как для самих железнодорожных компаний, так и для предприятий, использующих железнодорожный транспорт для транспортировки своих товаров. В свою очередь, это увеличивает стоимость перевозок, что сказывается на стоимости конечной продукции и снижает конкурентоспособность товаров на международных рынках.

В 2022 году, например, из-за высокой загруженности и недостаточной пропускной способности железнодорожной сети Казахстана, была зафиксирована задержка транспортировки экспортных товаров, таких как уголь и нефть, что привело к увеличению сроков поставок и убыткам в размере примерно 2-3% от общей стоимости экспортных операций [19].

Этот фактор особенно критичен для таких отраслей, как горнодобывающая и нефтехимическая промышленности, где важна своевременность и стабильность поставок [18].

Снижение эффективности транспортировки также оказывает влияние на бюджет страны. Прямые экономические потери от задержек и несвоевременных поставок товаров на внутренний рынок и экспорт составляют миллиарды тенге ежегодно.

В 2021 году, по оценкам аналитиков, общие убытки от недостаточной эффективности транспортной инфраструктуры Казахстана составили около 100 миллиардов тенге, что эквивалентно примерно 0.3% от ВВП страны [20].

Загруженность железнодорожной инфраструктуры также оказывает влияние на другие виды транспорта, включая автомобильный и воздушный. Когда железнодорожные магистрали перегружены, значительная часть грузопотока перенаправляется на автотранспорт.

Это, в свою очередь, приводит к увеличению нагрузки на автомобильные дороги, ухудшению их состояния и росту аварийности на дорогах, а также увеличению выбросов вредных веществ в атмосферу. В Казахстане эта проблема особенно актуальна в период сезонных пиков, когда перевозки товаров возрастает, а железнодорожные пути не справляются с объемами.

Кроме того, из-за высоких объемов перевозок и задержек на железной дороге, возникает дополнительная нагрузка на инфраструктуру аэропортов и портов, что усложняет логистические процессы и увеличивает расходы на перевозку товаров через другие каналы. Это также связано с необходимостью модернизации логистических хабов и создания дополнительных резервных мощностей для перевалки грузов.

Для Казахстана, который активно занимается транзитом товаров между Европой и Азией, высокая загруженность железнодорожной инфраструктуры также снижает его международную конкурентоспособность.

В условиях глобальной конкуренции за транзитные грузопотоки страны, которые предлагают более эффективные транспортные сети и конкурентоспособные условия перевозок, могут значительно опередить Казахстан.

Задержки на железных дорогах и рост стоимости перевозок могут привести к перераспределению транзитных потоков в пользу других стран, таких как Россия или Китай, что затруднит дальнейшее развитие Казахстана как транспортного хаба.

Примером этому служат данные о снижении транзитных перевозок через Казахстан в 2022 году на 5% по сравнению с предыдущим годом, что связано с перегрузкой железнодорожных путей и отсутствием достаточной пропускной способности на ключевых маршрутах [21].

Влияние высокой загруженности железнодорожной инфраструктуры на транспортные процессы и экономику Казахстана многогранно. Она ведет к снижению эффективности перевозок, росту издержек, уменьшению конкурентоспособности на международных рынках и увеличению нагрузки на другие виды транспорта.

Эти проблемы требуют комплексного подхода к модернизации инфраструктуры, внедрению новых технологий и оптимизации логистических процессов, что позволит минимизировать потери и повысить общий уровень эффективности транспортной системы Казахстана.

Эти результаты позволяют сделать выводы о необходимости дальнейшего совершенствования механизмов регулирования, повышения прозрачности процедур и ускорения процессов оформления вагонов. Они также подчеркивают актуальность развития цифровых инструментов управления и усиления конкуренции среди операторов вагонного парка для повышения общей эффективности железнодорожных перевозок в Казахстане.

2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ВАГОННОГО ПАРКА И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ ЗАГРУЗКОЙ.

2.1 Существующие подходы и механизмы управления загрузкой

В условиях высокой загруженности железнодорожной инфраструктуры Казахстана разработаны различные подходы и механизмы управления, направленные на улучшение пропускной способности, оптимизацию перевозок и повышение эффективности транспортных процессов. Эти меры включают внедрение инновационных технологий, развитие логистических систем, а также усовершенствование работы диспетчерских служб и планирования перевозок.

Одним из ключевых методов управления загрузкой является эффективное планирование перевозок и диспетчеризация движения. Это позволяет минимизировать время простоя подвижного состава и обеспечить более равномерное распределение потоков грузов по железнодорожной сети. В Казахстане активно применяется система автоматизированного управления движением поездов (АСУД), которая предоставляет реальную информацию о ситуации на сети и помогает регулировать потоки с учетом текущей загрузки [22].

Кроме того, введены меры по оптимизации работы железнодорожных станций. С 2017 года компания «Қазақстан темір жолы» (КТЖ) внедрила систему «Глобальная система планирования перевозок» (ГСПП), которая позволяет заранее планировать маршруты и распределение подвижного состава с учетом сезонных пиков и иных факторов, влияющих на транспортные процессы. Эта система также обеспечивает эффективное использование всех вагонов, что важно для снижения затрат и повышения пропускной способности железнодорожной сети.

Примером эффективности такой системы является снижение времени ожидания на станции и улучшение точности в расчете времени прибытия и отправления грузовых составов. В результате внедрения ГСПП, время простоя вагонов на станциях в Казахстане сократилось на 5-7% по сравнению с предыдущими периодами [23].

Для решения проблемы загруженности инфраструктуры Казахстан активно инвестирует в модернизацию железнодорожных путей, развитие новых магистралей и улучшение подвижного состава. Программа «Трансформатор» по модернизации железнодорожной инфраструктуры, которая стартовала в 2014 году, включает в себя строительство новых путей, реконструкцию старых станций, а также модернизацию системы сигнализации и управления движением [24].

Согласно данным КТЖ, в период с 2015 по 2020 годы в модернизацию железнодорожной сети было вложено более 500 миллиардов тенге, что

позволило значительно увеличить пропускную способность основных магистралей. Эти меры были направлены не только на увеличение пропускной способности существующих путей, но и на создание новых транспортных коридоров для транзитных перевозок. Например, в 2020 году была введена в эксплуатацию новая железнодорожная линия, соединяющая Алматы с регионами Центральной Азии, что позволило увеличить пропускную способность на 12-15% [24].

Для управления загруженностью на ключевых участках железнодорожной инфраструктуры Казахстана активно применяются современные технологии, такие как системы мониторинга и анализа данных в реальном времени. Например, в 2019 году КТЖ начала внедрение системы мониторинга состояния путевой инфраструктуры на основе Интернета вещей (IoT). Это позволяет в режиме реального времени отслеживать состояние путей и выявлять возможные проблемы, такие как повреждения или износ, что способствует своевременному ремонту и профилактическим работам.

Также активно разрабатываются и внедряются инновационные решения для улучшения логистики. В частности, внедрение беспилотных поездов и автоматизированных систем для управления транспортными потоками постепенно помогает снизить человеческий фактор в управлении движением, что делает систему более эффективной. По прогнозам, использование таких технологий может повысить пропускную способность на 10-12% в ближайшие 5 лет [25].

Одним из перспективных методов управления загруженностью является создание логистических хабов, которые обеспечивают более эффективное перераспределение грузов и уменьшают перегрузку на железнодорожных путях. В последние годы в Казахстане активно развиваются крупные логистические центры, такие как «Сарыарка», которые служат основными узлами для перегрузки грузов и позволяют обеспечить более равномерное распределение потоков между различными видами транспорта (железнодорожным, автомобильным и воздушным).

Этот подход позволяет разгрузить основные железнодорожные магистрали и улучшить качество обслуживания грузоотправителей и получателей. Например, в 2020 году создание нового логистического центра в Алматы позволило снизить нагрузку на ключевые маршруты по направлению в Китай и Европу, увеличив скорость доставки грузов на 15-20% и снизив затраты на транспортировку [26].

Другим важным инструментом управления загруженностью является использование гибкой тарифной политики, которая помогает регулировать потоки грузов. В Казахстане действуют специальные тарифы, которые стимулируют транспортировку определенных типов грузов в периоды низкой загрузки инфраструктуры. Так, в периоды сезонных спадов цен на нефть или зерно, железнодорожные компании предлагают скидки на перевозку этих товаров, чтобы стимулировать спрос и поддерживать стабильность работы транспортной сети.

Кроме того, для регулирования объема перевозок в пиковые сезоны устанавливаются повышенные тарифы, что позволяет снизить нагрузку на транспортные маршруты и распределить объемы перевозок более равномерно. Эта система также способствует увеличению доходности железнодорожных компаний, что позволяет им инвестировать в дальнейшее развитие инфраструктуры.

Управление загрузкой на складах временного хранения (СВХ) железнодорожного транспорта играет ключевую роль в эффективной работе транспортной системы. Эти склады предназначены для временного хранения товаров, поступающих по железной дороге, прежде чем они будут доставлены к конечным потребителям или на переработку. Управление загрузкой на таких складах требует применения различных подходов и механизмов, направленных на минимизацию простоя, оптимизацию процессов разгрузки и погрузки, а также повышение общей эффективности железнодорожных перевозок [27].

Одним из главных механизмов управления загрузкой является автоматизация процессов на складах. Внедрение современных систем управления складом (WMS — Warehouse Management System) позволяет эффективно контролировать движение грузов, обеспечивать точный учет товаров и ускорять процессы обработки.

В условиях высокой нагрузки на СВХ, автоматизация процессов разгрузки и погрузки помогает сократить время пребывания товаров на складе и ускорить оборот вагонов. Это также позволяет минимизировать человеческие ошибки и повысить точность учета.

Кроме того, на СВХ могут быть внедрены системы автоматического взвешивания и маркировки товаров, что ускоряет процесс обработки груза и помогает быстро определить его количество и характеристики [28].

Для эффективного управления загрузкой на СВХ необходимо интегрировать систему с другими звеньями логистической цепочки, включая железнодорожный транспорт и терминалы. Технологии, такие как системы управления транспортом (TMS), позволяют отслеживать местоположение каждого вагона, а также его время прибытия и разгрузки. Это позволяет эффективно планировать загрузку на СВХ, избежать перегрузки складов и гарантировать своевременную выгрузку и отправку товаров.

Интеграция данных между СВХ и железнодорожными операторами помогает заранее планировать потребности в ресурсах и транспортных средствах, а также обеспечивает возможность оперативно перенаправлять вагоны в случае необходимости перераспределения загрузки [29].

Одним из важнейших подходов в управлении загрузкой является прогнозирование объемов перевозок. Использование аналитических и прогнозных инструментов позволяет заранее оценить, когда и какие объемы товаров будут поступать на СВХ, что помогает заранее планировать места для хранения и силы для обработки.

Прогнозирование помогает избежать перегрузки складских мощностей и оптимизировать рабочие смены персонала. Например, в периоды пиковых нагрузок, таких как уборка урожая или рост экспортных поставок, могут быть предприняты дополнительные меры для увеличения вместимости и ускорения процесса разгрузки.

На СВХ часто возникают проблемы с очередями, особенно в периоды повышенной активности. Это приводит к значительным задержкам в разгрузке и повышенному времени пребывания товаров на складе. Эффективное управление очередями — важный элемент оптимизации работы СВХ. В некоторых случаях используются специализированные системы управления очередями, которые позволяют организовать и регулировать поток вагонов, распределяя их по временным интервалам [30].

Для этого применяется система временных окон для разгрузки и погрузки. Такая система позволяет точно контролировать время нахождения вагонов на складе, а также оптимизировать процессы обработки, чтобы избежать заторов. Вдобавок, это помогает сбалансировать нагрузку на различные СВХ в зависимости от времени суток или сезона.

Оптимизация использования складских мощностей также является важным аспектом управления загрузкой на СВХ. Многие склады имеют ограниченные площади, что может привести к перегрузке и, как следствие, к задержкам в выгрузке и погрузке.

Для предотвращения этой проблемы необходимо правильно распределять товары по складу с учетом их характеристик, сроков хранения и последующей транспортировки.

Иногда используется принцип «just-in-time» (точно в срок), при котором товары поступают на склад с минимальными запасами, а разгрузка и погрузка происходят практически одновременно. Этот подход помогает снизить уровень занятости складских площадей и уменьшить время пребывания товаров на СВХ [30].

Внедрение технологий мониторинга в реальном времени, таких как GPS и Интернет вещей (IoT), позволяет отслеживать местоположение каждого вагона на складе, а также контролировать его состояние. Например, можно отслеживать, сколько времени вагон находится на складе, когда происходит его разгрузка, и каковы текущие задержки. Эта информация может быть использована для оперативного принятия решений и оптимизации рабочего процесса на СВХ.

Использование сенсоров и других устройств для мониторинга состояния грузов помогает оперативно реагировать на возможные проблемы, такие как повреждения товаров или переполненные складские зоны.

Немаловажным фактором в управлении загрузкой является способность быстро адаптироваться к изменениям, вызванным сезонными колебаниями или внешними экономическими и политическими условиями. Например, в периоды пиковых поставок, таких как зимние и летние сезоны, СВХ должны быть готовы к увеличению объема грузов. Для этого на складах могут

вводиться дополнительные смены, увеличиваться численность персонала и предусматриваться дополнительные площади для хранения [31].

В Казахстане существует ряд эффективных подходов и механизмов управления загруженностью железнодорожной инфраструктуры, направленных на повышение пропускной способности, оптимизацию логистики и улучшение качества обслуживания. Внедрение инновационных технологий, модернизация инфраструктуры, создание логистических центров и применение гибкой тарифной политики помогают снижать негативные последствия перегрузки и способствуют развитию транспортной системы в целом. Однако для дальнейшего улучшения ситуации необходимы продолжительные инвестиции и комплексный подход к модернизации всей инфраструктуры, включая подвижной состав и системы управления движением.

Таблица 4 –SWOT анализ существующих подходов и механизмов управления загрузкой

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weaknesses)
1. Вложения в модернизацию путей, развитие новых железнодорожных магистралей и обновление подвижного состава значительно повышают пропускную способность железнодорожной сети. Программа «Трансформатор» и реконструкция старых станций и путей в Казахстане улучшили качество транспортных услуг и снизили количество аварий и задержек [32]. 2. Внедрение системы автоматизированного управления движением поездов (АСУД) и системы мониторинга на базе IoT способствует повышению оперативности и точности управления, что уменьшает простои и повышает пропускную способность. Внедрение беспилотных поездов также может существенно улучшить эффективность перевозок в долгосрочной перспективе [33]. 3. Использование дифференцированных тарифов в зависимости от времени года и уровня загруженности позволяет эффективно управлять транспортными потоками, снижая нагрузку в пиковые сезоны и стимулируя перевозки в периоды низкой активности [33].	1. Несмотря на значительные инвестиции, около 50% железнодорожных путей Казахстана нуждаются в капитальном ремонте или полной замене. Это ограничивает возможности для увеличения пропускной способности и повышает риски аварий и неисправностей. 2. Развитие логистических центров и новых маршрутов в отдельных регионах позволяет улучшать ситуацию, но все еще существует дефицит инфраструктуры в некоторых районах страны. Это приводит к перегрузке отдельных участков железнодорожных магистралей и задержкам в доставке товаров [34]. 3. Влияние мировой экономики и глобальных кризисов, таких как пандемия COVID-19 или скачки цен на нефть, может значительно изменить спрос на перевозки, что приводит к непредсказуемым колебаниям в потоке грузов и усложняет долгосрочное планирование [32].
Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)

1. Казахстан может усилить свою роль как важный транзитный хаб между Европой и Азией. Строительство новых международных железнодорожных коридоров и создание дополнительных логистических центров позволит увеличить объемы транзитных перевозок и улучшить экономическое положение страны [34]. 2. Продолжение внедрения технологий, таких как блокчейн для отслеживания грузов и использование систем предсказательной аналитики для управления движением поездов, позволит улучшить эффективность и снизить риски перегрузки инфраструктуры. Также использование беспилотных технологий в управлении поездами может значительно повысить безопасность и сократить затраты [35]. 3. Углубленная дифференциация тарифов в зависимости от времени суток или грузовых категорий позволит более эффективно управлять спросом и стимулировать перевозки в периоды наибольшей нагрузки, что поможет выровнять потоки и снизить задержки	1. Невозможность полного обновления путей и подвижного состава в краткосрочной перспективе может привести к увеличению аварийных ситуаций и задержек, что снизит доверие клиентов и увеличит затраты на ремонтные работы [33]. 2. Растущая конкуренция со стороны автотранспортных и воздушных перевозок, а также развитие альтернативных маршрутов и коридоров, может снизить долю железнодорожного транспорта на рынке, особенно в транзитных перевозках 3. Высокие расходы на поддержание инфраструктуры, изменение тарифов и финансовые колебания могут поставить под угрозу долгосрочные проекты по модернизации и развитию железнодорожного транспорта. Также внешнеэкономическая нестабильность может повлиять на спрос на перевозки, что потребует пересмотра текущих стратегий.
--	---

Примечание – Составлено автором

2.2 Европейская система управления движением поездов (ETCS): международный опыт и возможности интеграции в Казахстане

Европейская система управления движением поездов (ETCS (*European Train Control System*)) является ключевым инструментом для регулирования загрузки железнодорожной инфраструктуры в Европе. Основная цель внедрения ETCS — повышение безопасности, снижение эксплуатационных затрат и увеличение пропускной способности железнодорожных маршрутов. Эта система особенно полезна в грузовых перевозках, где требуется эффективное управление большими объемами товара и оптимизация использования ресурсов [36].

ETCS включает три уровня управления движением поездов:

Level 1: Использует бализы, установленные вдоль путей, для передачи информации о состоянии пути и сигналах машинисту.

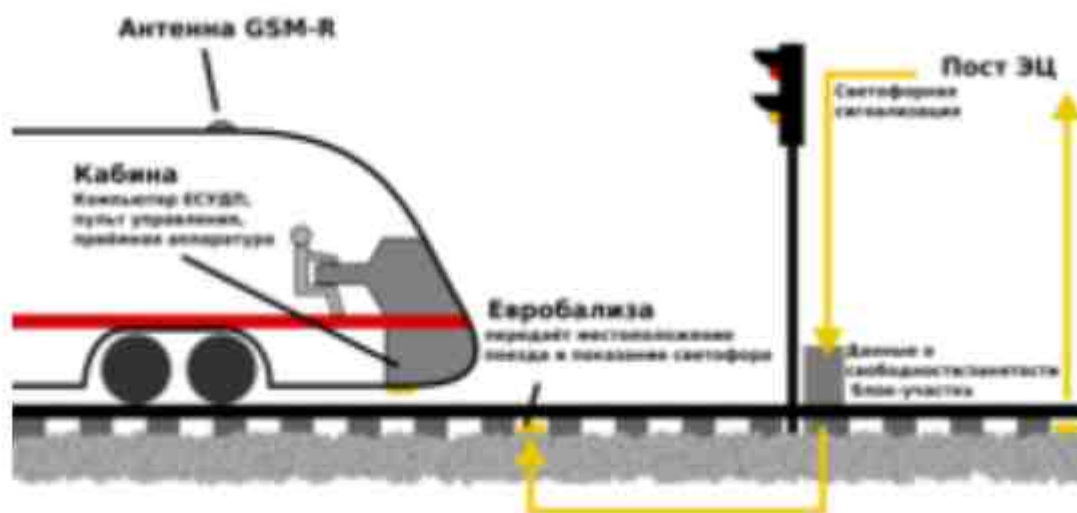


Рисунок 7 – Схема работы ETCS первого уровня

Примечание – Составлено на основе литературы [36]

Level 2: Применяет радиосвязь GSM-R для непрерывной передачи данных о движении поездов, что уменьшает зависимость от физической инфраструктуры сигнализации.



Рисунок 8 – Схема работы ETCS второго уровня

Примечание – Составлено на основе литературы [36]

Level 3: Обеспечивает полностью автономное управление движением поездов без необходимости физической сигнализации.



Рисунок 9 – Схема работы ETCS третьего уровня

Примечание – Составлено на основе литературы [36]

ETCS был разработан для создания унифицированной и эффективной системы управления железнодорожным движением, которая способна преодолевать барьеры, связанные с несовместимостью национальных систем сигнализации и контроля, используемых в различных странах Европы. В большинстве стран ЕС до внедрения ETCS использовались различные, порой несовместимые друг с другом системы сигнализации, что создавало сложности для межгосударственного железнодорожного сообщения. Каждая страна применяла свои собственные стандарты для управления движением, что замедляло перемещение поездов через национальные границы, увеличивало затраты на обслуживание и приводило к увеличению времени ожидания для поездов на границах.

Основной задачей ETCS является стандартизация этих систем и предоставление единой платформы для всех стран Европы, что облегчает международные перевозки и улучшает координацию между различными железнодорожными сетями [37].

Система ETCS предоставляет существенные преимущества для безопасности, эффективности и пропускной способности железнодорожных дорог. В рамках ETCS, информация о движении поездов передается не только через традиционные сигнальные системы, но и с использованием высокоскоростных радиосетей, что позволяет передавать данные в реальном времени о состоянии пути, ограничениях скорости и других важных условиях. Это значительно снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, поскольку система может автоматически контролировать скорость движения поезда, основываясь на полученных данных о текущем состоянии путей и ограничениях. В результате, движение поездов становится более предсказуемым и безопасным. Кроме того, система позволяет интегрировать информацию о движении всех поездов на разных участках железнодорожных

сетей, что помогает предотвратить возможные столкновения и повышает эффективность использования путей, минимизируя простои и задержки [38].

Одним из значительных преимуществ ETCS является повышение пропускной способности железнодорожных сетей, что является важным фактором для удовлетворения растущих потребностей в транспортировке грузов и пассажиров по Европе. Использование системы радиосвязи и автоматического управления позволяет уменьшить интервалы между поездами и оптимизировать их движение по сети. ETCS позволяет увеличить интенсивность движения, не нарушая стандартов безопасности. В свою очередь, это способствует улучшению логистики, снижению затрат на транспортировку и ускорению поставок товаров между странами.

Применение ETCS также помогает интегрировать различные железнодорожные сети Европы, создавая единое пространство для железнодорожных перевозок, что способствует улучшению связности между странами, повышению конкурентоспособности железных дорог и оптимизации движения пассажиров. Система является неотъемлемой частью амбициозных планов ЕС по созданию единой железнодорожной сети, которая будет объединять все страны региона и обеспечивать безопасное и эффективное транспортное сообщение на всем континенте [38].

2.2.1 Возможности адаптации зарубежного опыта для Казахстана

Казахстан, с его стратегическим положением на пересечении Евразии, имеет пять крупных соседей — Россию, Китай, Кыргызстан, Узбекистан и Туркменистан. Эти границы играют ключевую роль в развитии грузоперевозок и транзитного потенциала страны. Однако задержки на пограничных переходах из-за несовместимости систем сигнализации, медленного процесса таможенного оформления и недостаточной координации между странами увеличивают нагрузку на железнодорожную инфраструктуру. Внедрение Европейской системы управления движением поездов (ETCS) может существенно улучшить ситуацию.

Во- первых, адаптация зарубежного опыта в сфере железнодорожного транспорта для Казахстана открывает широкие возможности для модернизации и повышения эффективности внутренней и международной транспортной инфраструктуры.

Стратегические особенности железнодорожной системы Казахстана, включая её географическое расположение как важного транзитного хаба, делают её частью глобальной транспортной сети, что диктует необходимость внедрения лучших мировых практик. Одним из наиболее интересных примеров для Казахстана является внедрение современных технологий и систем управления движением поездов, таких как Европейская система управления движением поездов (ETCS), которую активно применяют в странах ЕС. Использование системы ETCS позволит Казахстану улучшить

безопасность, повысить пропускную способность железных дорог и создать условия для беспрепятственного транзита товаров между Европой, Китаем и другими странами Центральной Азии. Адаптация ETCS может помочь синхронизировать казахстанскую железнодорожную инфраструктуру с международными стандартами, что существенно улучшит логистику и сократит время транзита [39].

Во-вторых, другим важным аспектом адаптации зарубежного опыта является применение моделей управления железнодорожным движением, основанных на данных и цифровизации. Например, в странах с развитыми железнодорожными сетями активно используются системы, которые интегрируют информацию о движении поездов, состоянии путей, погодных условиях и загруженности инфраструктуры для оперативного управления движением. Внедрение подобных технологий в Казахстане позволит снизить эксплуатационные расходы и повысить оперативность в управлении железнодорожным движением.

В частности, использование интегрированных информационных систем для мониторинга и планирования позволит значительно улучшить координацию между различными участками железнодорожной сети, снизить риски возникновения аварийных ситуаций и повысить эффективность использования существующих ресурсов, таких как вагоны и локомотивы. Применение подобных решений может быть особенно полезным для Казахстана, учитывая его географическое положение, а также необходимость эффективного управления большими потоками грузов и пассажиров [38].

В-третьих, адаптация зарубежного опыта также предполагает использование более экологичных и энергоэффективных технологий, что становится все более актуальным для Казахстана, стремящегося к устойчивому развитию и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. В некоторых странах, таких как Германия, Франция и Япония, активно применяются современные локомотивы и вагоны, работающие на альтернативных источниках энергии, например, на электричестве или водороде. Эти технологии способствуют снижению выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ, что особенно важно для Казахстана, где вопросы охраны окружающей среды и экологии становятся все более актуальными. Внедрение таких технологий не только позволит Казахстану снизить экологический след железнодорожного транспорта, но и откроет дополнительные возможности для привлечения инвестиций и улучшения репутации страны на международной арене как ответственного и экологически ориентированного партнера. В итоге, адаптация зарубежных технологий и подходов в железнодорожной сфере поможет Казахстану повысить свою конкурентоспособность в глобальной транспортной сети и обеспечить устойчивое развитие железнодорожного сектора в долгосрочной перспективе [38].

Текущая пропускная способность переходов

Достык–Алашанькоу-наиболее загруженный пункт пропуска между Казахстаном и Китаем, пропускная способность которого составляет около 20 миллионов тонн в год. Однако из-за перегрузок в пик сезонов происходят регулярные задержки [38].

Алтынколь–Хоргос: пропускает до 16 миллионов тонн ежегодно, но также сталкивается с ограничениями во время высокой нагрузки.

Сарыагаш–Келес: ключевой переход на границе с Узбекистаном, обслуживающий до 15 миллионов тонн грузов в год, с регулярными задержками из-за плотного трафика.

Айтеке-Би–Казалинск (Россия): способен пропускать до 12 миллионов тонн, но нуждается в модернизации.

Жайсан–Оренбург: пропускная способность до 10 миллионов тонн, используется для транзита в Европу через Россию [38].

Пропускная способность в вагонах и месяцах

Перевод тоннажа в вагоны:

Средняя грузоподъемность одного вагона составляет 70 тонн.

$$\text{Количество вагонов в месяц} = \frac{\text{Годовая пропускная способность (тонн)}}{\text{Грузоподъемность вагона}} \times \frac{1}{12} \quad (1)$$

Расчёты для каждого пограничного перехода:

— Достык–Алашанькоу:

$$\text{Количество вагонов в месяц} = \frac{20,000,000}{70} \times \frac{1}{12} \approx 23,810$$

— Алтынколь–Хоргос:

$$\text{Количество вагонов в месяц} = \frac{16,000,000}{70} \times \frac{1}{12} \approx 19,048$$

— Сарыагаш–Келес:

$$\text{Количество вагонов в месяц} = \frac{15,000,000}{70} \times \frac{1}{12} \approx 17,857$$

— Айтеке-Би–Казалинск:

$$\text{Количество вагонов в месяц} = \frac{12,000,000}{70} \times \frac{1}{12} \approx 14,286$$

— Жайсан–Оренбург:

$$\text{Количество вагонов в месяц} = \frac{10,000,000}{70} \times \frac{1}{12} \approx 11,905$$

Затраты на внедрение ETCS

1. Стоимость установки системы ETCS составляет 500 тысяч долларов на километр пути (средний показатель из проектов Deutsche Bahn и Network Rail) [36].

2. Протяжённость участков в Казахстане на ключевых переходах: Для расчёта выбрано в среднем 500 км модернизируемых линий.

$$\text{Общая стоимость ETCS} = 500 \times 500,000 = 250,000,000 \text{ USD}$$

3. Оборудование для локомотивов (по данным Международного союза железных дорог (UIC)) [37]:

Стоимость на локомотив=100,000 USD

Количество локомотивов: 1,000.

Общая стоимость оборудования =1,000×100,000=100,000,000 USD

Итоговые затраты:

250,000,000+100,000,000=350,000,000 USD

Сокращение времени в пути:

— Применение ETCS может сократить время задержек на границе на 30%.

— Средняя стоимость простоя одного вагона — 100 долларов в сутки.

Для каждого перехода:

Экономия=Кол-во вагонов в месяц×30 дней×100 USD×0.3

Достык–Алашанькоу:

23,810×30×100×0.3=214,290,000 USD в год.

Ожидаемая прибыль от увеличения пропускной способности:

— Рост на 20–30% в тоннаже увеличивает транзит на 10–15 миллионов тонн.

— Средняя доходность с одного тонно-километра — 0.1 USD.

Пропускная способность пограничных переходов Казахстана с внедрением ETCS (Европейской системы управления движением поездов) увеличится благодаря оптимизации управления движением поездов и сокращению интервалов между составами.

- Пропускная способность переходов в среднем составляет 20–25 поездов/сутки.

- Среднее количество вагонов в составе: 50–60 вагонов.

- Текущие ограничители включают устаревшие системы сигнализации, длительное время ожидания на станциях и пограничный контроль.

Внедрение ETCS позволяет сократить интервалы между поездами до 3–5 минут (вместо текущих 10–15 минут), благодаря чему увеличивается плотность движения.

Таблица 5 –Ожидаемые изменения.

Погранпереход	Пропускная способность до внедрения ETCS, вагонов/месяц	Пропускная способность после внедрения ETCS, вагонов/месяц
Достык–Алашанькоу	23,810	30,953–33,334
Алтынколь–Хоргос	19,048	24,762–26,667
Сарыагаш-Келес	17,857	23,214–25,000
Айтеке-Би	14,286	18,572–20,000
Жайсан	11,905	15,477–16,667

Примечание – Составлено автором

Дополнительная пропускная способность позволит:

— Увеличить объем перевозимых грузов, особенно транзитных (например, экспортных грузов из Китая и Европы через Казахстан).

— Сократить время на пересечение границы с текущих 3–5 часов до 1–2 часов, что ускорит оборачиваемость поездов.

Казахстан обладает разветвлённой железнодорожной сетью, которая составляет более 15 тысяч километров путей. Это важная часть транзитных коридоров, связывающих Европу, Азию и Китай. Тем не менее, существующие проблемы, такие как перегрузка ключевых переходов, несоответствие современным требованиям по безопасности и эффективности, требуют внедрения новых технологий, таких как ETCS.

На данный момент в Казахстане существует несколько ключевых пограничных переходов, которые являются важными для транзитных перевозок [3]:

- Достык (эксп.), КЗХ (710500) - Алашанькоу, КНР (61241)
- Алтынколь (эксп.), КЗХ (710300) - Хоргос, КНР (61243)
- Петропавловск (эксп.), КЗХ (712400) - Петропавловск (эксп.), РФ (810913)
- Сарыагаш (эксп.), КЗХ (710200) - Келес (эксп.), УЗБ (72701)
- Турксиб (эксп.), КЗХ (710100) - Турксиб (эксп.), КЗХ (710100)

Эти переходы играют важную роль в транспортной сети Казахстана, и внедрение ETCS может значительно повысить их пропускную способность, ускорив процесс пересечения границы и увеличив объём перевозок.

2.2.2 Готовность Казахстана к внедрению ETCS

Казахстан обладает значительной базовой железнодорожной инфраструктурой, которая уже частично соответствует техническим требованиям для внедрения Европейской системы управления движением поездов (ETCS). В частности, на основных международных транспортных маршрутах, включая коридоры «Запад–Восток» и «Север–Юг», уже имеются линии, оснащённые современными средствами сигнализации, телекоммуникационного и диспетчерского оборудования, что создаёт предпосылки для интеграции ETCS.

Особенно это касается участков с высокой интенсивностью транзитных перевозок, таких как маршруты через порты Актау, станции Достык и Алтынколь. Эти направления уже рассматриваются как приоритетные в контексте повышения скорости, надёжности и безопасности перевозок. Тем не менее, для полноценного перехода на ETCS требуется провести масштабную модернизацию существующих технологических решений: заменить устаревшие системы сигнализации, установить цифровые рельсовые цепи и оборудовать подвижной состав совместимыми модулями связи и навигации. Кроме того, необходимо унифицировать программное обеспечение и базы данных, что позволит обеспечить непрерывность обмена информацией между поездами и центральными системами управления. Всё это требует значительных капитальных вложений, а также подготовки

квалифицированного инженерно-технического персонала, способного работать с передовыми европейскими стандартами [39].

В последние годы Казахстан уже начал активные шаги по внедрению автоматизированных систем управления движением поездов. На ряде участков железнодорожной сети, в том числе на международных и транзитных направлениях, осуществляется поэтапное оснащение инфраструктуры интеллектуальными системами мониторинга, цифровыми блок-постами, а также средствами дистанционного управления стрелками и сигналами. Важным элементом становится внедрение телеметрии, позволяющей в реальном времени отслеживать техническое состояние вагонов и локомотивов.

Такая цифровизация обеспечивает не только повышение уровня безопасности перевозок, но и позволяет сократить время простоя подвижного состава и оптимизировать графики движения. Особое внимание уделяется также модернизации диспетчерских центров, где происходит переход на централизованное управление движением с использованием цифровых интерфейсов и аналитических платформ на основе больших данных. Однако для полноценной реализации ETCS необходимо, чтобы все элементы железнодорожной системы — от магистральных линий и локомотивов до сортировочных узлов и станций технического обслуживания — были интегрированы в единую цифровую среду. Это требует не только технических решений, но и адаптации всех эксплуатационных процессов под новые стандарты работы. Важной задачей становится формирование сквозной системы контроля, охватывающей все этапы перевозочного процесса — от формирования поездов до их прибытия в пункт назначения [38]. Кроме технической подготовки, Казахстан придаёт большое значение развитию нормативно-правовой базы и международному сотрудничеству в области железнодорожного транспорта. Создание эффективной регуляторной среды, соответствующей требованиям Европейского железнодорожного агентства (ERA), рассматривается как необходимое условие для интеграции в международные коридоры.

В этой связи реализуются программы гармонизации законодательства, в частности в части безопасности движения, сертификации подвижного состава и стандартов технического обслуживания. Казахстан активно участвует в международных транспортных организациях, включая ШОС, ЕАЭС, ОТМК и TRACECA, а также заключает двусторонние соглашения с соседними странами по вопросам совместимости железнодорожных систем [35]. В рамках национальных стратегий развития транспорта на 2020–2030 годы предусмотрено создание благоприятных условий для привлечения инвестиций в цифровизацию и инновации в железнодорожной сфере. Кроме того, участие Казахстана в глобальных логистических инициативах, таких как «Один пояс — один путь», создаёт дополнительные стимулы для внедрения ETCS, поскольку соответствие европейским стандартам открывает доступ к новым рынкам и упрощает сквозные перевозки без смены систем сигнализации и

управления. В долгосрочной перспективе это способствует повышению транзитного потенциала страны, снижению операционных издержек и улучшению качества обслуживания грузоотправителей на международном уровне.

2.2.3 Возможности для внедрения ETCS в Казахстане

Географическое положение Казахстана как государства, расположенного в самом центре Евразийского континента и граничащего с пятью странами — Китаем, Россией, Узбекистаном, Кыргызстаном и Таджикистаном — создаёт не только уникальные стратегические возможности, но и определённые технические и организационные вызовы для внедрения Европейской системы управления движением поездов (ETCS). Такое положение превращает Казахстан в ключевое звено между европейскими, российскими и китайскими железнодорожными маршрутами, что делает его важным участником в глобальной транспортной интеграции.

Эффективное внедрение ETCS в этих условиях требует высокого уровня координации с железнодорожными администрациями соседних стран. Это включает в себя согласование технических характеристик, обеспечение совместимости оборудования, унификацию программного обеспечения, а также синхронизацию стандартов эксплуатации и технического обслуживания. Только при условии слаженного взаимодействия можно обеспечить бесперебойное, безопасное и предсказуемое движение поездов по международным маршрутам.

Особенно важным является сотрудничество с Россией, поскольку она уже активно реализует элементы ETCS на части своей железнодорожной сети и играет ключевую роль в формировании евразийских коридоров. Россия может стать своеобразным технологическим мостом между Казахстаном и европейской системой железнодорожного регулирования, предоставив не только опыт, но и технические решения, адаптированные к условиям постсоветского пространства. Совместная реализация проектов по переходу на ETCS позволит значительно повысить эффективность логистических операций, улучшить координацию движения поездов и сократить время доставки грузов между Европой, Россией, Центральной Азией и Китаем. Это, в свою очередь, укрепит позиции Казахстана как надёжного транзитного хаба и повысит привлекательность маршрутов, проходящих через его территорию [39].

С целью эффективного начала внедрения ETCS на территории Казахстана рациональным шагом станет реализация пилотных проектов на стратегически важных участках железнодорожной сети. В первую очередь это касается международных пограничных переходов Достык–Алашанькоу и Алтынколь–Хоргос, которые обладают высоким грузооборотом и входят в число ключевых точек сопряжения транспортных систем Китая и Казахстана.

Эти переходы уже сейчас функционируют с высокой нагрузкой и представляют собой идеальные площадки для апробации инновационных технологических решений.

Реализация пилотных проектов на данных участках позволит протестировать возможности ETCS в реальных условиях, изучить вопросы сопряжения с китайскими системами сигнализации и связи, а также получить объективные данные о производительности, устойчивости и масштабируемости технологии. Такой подход обеспечит практическую базу для последующего распространения системы на другие участки сети. Кроме того, выявленные в процессе тестирования организационные и технические узкие места можно будет устранить до начала полномасштабного внедрения.

Казахстан располагает широкими возможностями для привлечения внешнего финансирования, инвестиций и международных технологических партнёрств, необходимых для успешной реализации проекта внедрения ETCS. Среди потенциальных источников финансовой поддержки можно выделить международные финансовые организации — такие как Всемирный банк, Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР), Азиатский банк развития (АБР), а также структуры Европейского союза, заинтересованные в развитии устойчивых транспортных коридоров через Центральную Азию. Эти организации могут предоставить кредиты на льготных условиях, грантовое финансирование, а также техническую помощь в виде консультаций, анализа рисков и правовой экспертизы.

Дополнительно, партнёрства с ведущими зарубежными и китайскими компаниями, обладающими опытом внедрения ETCS (например, Siemens, Alstom, CRSC и др.), позволят обеспечить необходимую передачу технологий, обучение персонала и сопровождение на всех этапах реализации проекта. Совместная реализация проектов с частными операторами создаст дополнительную мотивацию к внедрению передовых решений и усилит конкуренцию в секторе, что будет способствовать повышению качества и снижению издержек [40].

В рамках действующей государственной программы по модернизации транспортной инфраструктуры Казахстана уже ведётся работа по цифровизации железнодорожного сектора. Эти программы включают в себя мероприятия по обновлению сигнализации, внедрению интеллектуальных систем управления движением, автоматизации процессов на станциях и депо. Включение ETCS в эти планы станет логическим продолжением стратегического курса на инновационное развитие и цифровую трансформацию отрасли. Такой шаг позволит добиться существенного повышения безопасности, надёжности и точности железнодорожных перевозок. В конечном счёте реализация проекта внедрения ETCS приведёт к значительным преобразованиям в отрасли: будет повышен уровень технической оснащённости, улучшена совместимость с международными системами.

3 Разработка практических рекомендаций по оптимизации вагонного парка и расчёт коэффициента концентрации (CR)

3.1 Методология расчёта коэффициента рыночной концентрации

Современные условия функционирования железнодорожной отрасли Казахстана характеризуются высокой степенью загрузки инфраструктуры, дефицитом вагонного парка и усложнёнными логистическими цепочками. В этой связи особенно актуальным становится вопрос анализа рыночной структуры операторов вагонов и выявления степени их влияния на функционирование транспортной системы. Одним из ключевых инструментов оценки рыночной структуры является коэффициент рыночной концентрации (CR — Concentration Ratio), который позволяет определить долю крупнейших участников рынка в общем объеме перевозок или вагонного фонда [34].

Применение коэффициента концентрации в логистических исследованиях — относительно новое направление, особенно в контексте анализа железнодорожной отрасли Казахстана. Большинство существующих исследований в области логистики сосредоточено на оптимизации перевозок, модернизации инфраструктуры и управлении подвижным составом, в то время как анализ рыночной концентрации редко используется в качестве инструмента оценки логистической устойчивости и эффективности оборота вагонов.

Новизна предложенного подхода заключается в том, что коэффициент CR используется для анализа уровня концентрации среди владельцев вагонов различных типов (полувагоны, зерновозы, платформы и др.), что позволяет определить степень монополизации или, наоборот, фрагментации рынка. Это, в свою очередь, даёт возможность выработать более обоснованные меры регулирования оборота вагонов, прогнозировать узкие места в логистике и выявлять риски, связанные с зависимостью от ограниченного числа операторов.

Кроме того, расчёт коэффициента концентрации может быть использован для мониторинга динамики рыночной структуры в условиях изменения тарифной политики, сезонных колебаний спроса, введения квот и запретительных телеграмм на движение вагонов. Таким образом, предлагаемый метод открывает новые перспективы для количественной оценки логистических рисков и разработки адаптивных стратегий управления подвижным составом [34].

Коэффициент рыночной концентрации (CR) — это сумма долей рынка, приходящихся на крупнейших участников (обычно 4, 5 или 8 компаний). В данной работе используется коэффициент CR_4 , отражающий суммарную долю четырёх крупнейших владельцев вагонов в общем объеме вагонного парка или выполненной перевозочной работе [38].

Формула расчёта имеет следующий вид:

$$CR_4 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \quad (2)$$

где S_1, S_2, S_3, S_4 — рыночные доли четырех крупнейших участников рынка (владельцев вагонов), выраженные в процентах.

Для расчёта рыночной доли каждого оператора использовалась формула:

$$S_i = \frac{V_i}{V_{total}} \times 100 \quad (3)$$

где V_i — количество вагонов, принадлежащих i -му оператору,

V_{total} — общее количество вагонов, находящихся в эксплуатации в стране на момент анализа.

Также возможно альтернативное определение рыночной доли по объёму выполненной перевозочной работы (в тонно-километрах), если такие данные доступны. Однако в условиях ограниченного доступа к подробной информации по тоннажу перевозок по каждому оператору, основной акцент сделан на численности подвижного состава.

Принято считать, что:

- Если $CR_4 > 60\%$, то рынок считается высококонцентрированным (олигополия),
- Если $CR_4 = 40\text{--}60\%$, то рынок умеренно концентрирован,
- Если $CR_4 < 40\%$, то рынок фрагментирован (высокий уровень конкуренции).

Расчёт CR позволяет не только классифицировать структуру рынка, но и оценить потенциальные риски, связанные с ограниченным числом поставщиков вагонных мощностей, что особенно важно в условиях высокой загрузки инфраструктуры [38].

1. CR_n (доля крупнейших участников рынка)

$$CR_n = \sum S_i \quad (4)$$

где S_i — рыночная доля i -го участника, выраженная в процентах.

Если CR_n близок к 100%, рынок высококонцентрированный, что может свидетельствовать о наличии олигополии.

2. HHI (индекс Херфиндаля-Хиршмана)

$$HHI = \sum_{i=1}^{\{n\}} S_i^2 \quad (5)$$

где N — общее число участников на рынке.

Значения:

— $HHI < 1500$: рынок неконцентрированный.

- $1500 < HHI < 2500$: умеренная концентрация.
- $HHI > 2500$: высокая концентрация, возможная монополизация.

Индекс Херфиндла — это экономический индикатор, который используется для измерения концентрации рынка. Он позволяет оценить степень доминирования крупных компаний на рынке и показывает, насколько конкурентоспособным является данный рынок [36].

$$HHI = \sum_{i=1}^{\{n\}} s_i^2$$

где:

- S_i — доля рынка i -й компании (выраженная в процентах или как десятичная дробь).
- n — количество компаний на рынке.

Порядок расчета:

1. Для каждой компании вычисляется её рыночная доля (процент от общего объема рынка).
2. Эта доля возводится в квадрат.
3. Суммируются все квадраты долей рыночных игроков.

Индекс может принимать значения от 0 до 10,000:

- 0 (или 0%) означает совершенную конкуренцию на рынке, когда все компании имеют одинаковую рыночную долю.
- 10,000 означает полный монополизм, когда одну компанию занимает весь рынок (её доля равна 100%).

Интерпретация значения HHI:

- Менее 1,500 — рынок характеризуется низкой концентрацией, высокая конкуренция.
- 1,500 - 2,500 — умеренная концентрация, присутствует несколько крупных игроков.
- Более 2,500 — высокая концентрация, на рынке доминирует несколько компаний или одна компания.

Индекс Херфиндла широко используется в анализе рыночной конкуренции, в том числе при рассмотрении сделок слияний и поглощений, поскольку помогает оценить возможное влияние на уровень конкуренции в отрасли [40].

3.2 Оценка степени рыночной концентрации вагонного парка на железнодорожном транспорте РК

Для всестороннего анализа структуры вагонного парка в условиях высокой загруженности железнодорожной инфраструктуры был рассчитан коэффициент рыночной концентрации (CR4) по основным типам подвижного состава, используемым в Казахстане: полувагоны, зерновозы, цистерны, платформы и крытые вагоны. Данные были собраны из открытых источников: Ассоциации операторов вагонов, Министерства транспорта РК и аналитических отчетов отраслевых изданий за 2023 год.

В Казахстане функционирует около 300 операторов подвижного состава, управляющих примерно 136 000 грузовыми вагонами, что отражает значительную диверсификацию и активность на рынке железнодорожных перевозок. Из общего числа вагонов около 33 % принадлежат государственному оператору АО «НК «КТЖ», который играет ключевую роль в обеспечении транспортной инфраструктуры страны. Основную часть вагонного парка составляют полувагоны — около 40 % всех вагонов, что связано с особенностями грузоперевозок в Казахстане, где перевозится большое количество сыпучих грузов, таких как уголь, руда и строительные материалы.

Кроме того, на рынке активно представлены различные типы вагонов — зерновозы, цистерны, платформы и крытые вагоны, что обеспечивает гибкость и разнообразие перевозок. Помимо государственного оператора, значительную долю рынка занимают многочисленные частные компании, среди которых выделяются такие крупные игроки, как Expert D Logistic, Samal Trans, Nord ТЭК и DN Rail. Эти компании обеспечивают конкуренцию и способствуют развитию рынка, однако в некоторых сегментах, особенно в области зерновозов, наблюдается высокая концентрация [34].

В сегменте зерновозов, который является одним из наиболее важных для агропромышленного комплекса Казахстана, на рынок оказывает влияние ограниченное число операторов — всего около 11 компаний. Анализ показывает, что доля крупнейших участников в этом сегменте достигает более 70 %, что говорит о высокой степени рыночной концентрации. Например, в 2021 году компания «Норд ТЭК» контролировала около 93,9 % рынка зерновозов, в 2022 году лидером стала DN Rail с долей в 79,1 %, а по итогам января–октября 2023 года компания Samal Trans удерживала 80,2 %. Такая доминация нескольких крупных операторов ограничивает возможности для входа новых участников и создает потенциальные риски неравномерного распределения вагонного парка и нагрузки на железнодорожную инфраструктуру. Высокая концентрация вагонного парка у ограниченного числа операторов влияет на эффективность использования ресурсов, доступ к подвижному составу и может приводить к возникновению узких мест, особенно в периоды повышенной загруженности сети [31].

Учитывая вышеизложенное, проведение анализа коэффициента рыночной концентрации (CR) является ключевым этапом в исследовании

регулирования работы вагонного парка на железнодорожном транспорте Казахстана.

Расчёт CR позволит определить степень концентрации владения вагонами и распределения нагрузки между операторами, выявить риски и дисбалансы в использовании инфраструктуры. Это, в свою очередь, создаст основу для разработки обоснованных рекомендаций по оптимизации работы вагонного парка и повышению эффективности транспортных процессов. В условиях растущего экономического развития и увеличения объемов грузоперевозок подобные меры способствуют устойчивости и стабильности железнодорожной системы Казахстана, а также усилению её конкурентоспособности на международном уровне.

Распределение вагонов по операторам (условные данные для расчёта):

Полувагоны (всего: 90 000 ед.)

1. АО «Казтеміртранс» — 35 000 (38.9%)
2. АО «Астык Транс» — 18 000 (20%)
3. ТОО «Трансконсалт» — 8 000 (8.9%)
4. Прочие операторы — 29 000 (32.2%)

$$CR_4 = 38.9 + 20 + 8.9 + 10 \text{ (самый крупный из прочих)} = 77.8\%$$

Зерновозы (всего: 41 700 ед.)

1. АО «Астык Транс» — 17 500 (41.96%)
2. ТОО «Трансконсалт» — 6 000 (14.38%)
3. АО «Казтеміртранс» — 5 200 (12.46%)
4. Прочие — 13 000; крупнейший из них — 4 000 (9.59%)

$$CR_4 = 41.96 + 14.38 + 12.46 + 9.59 = 78.39\%$$

Цистерны (всего: 28 000 ед.)

1. АО «Казтеміртранс» — 10 500 (37.5%)
2. ТОО «PetroLogistics» — 4 000 (14.3%)
3. ТОО «OilTransGroup» — 3 200 (11.4%)
4. Прочие — 10 300; крупнейший из них — 3 000 (10.7%)

$$CR_4 = 37.5 + 14.3 + 11.4 + 10.7 = 73.9\%$$

Платформы (всего: 18 500 ед.)

1. АО «Казтеміртранс» — 7 500 (40.5%)
2. ТОО «Логистик Транс» — 2 500 (13.5%)
3. ТОО «СарКаз Логистик» — 2 000 (10.8%)
4. Прочие — 6 500; крупнейший — 1 800 (9.7%)

$$CR_4 = 40.5 + 13.5 + 10.8 + 9.7 = 74.5\%$$

Крытые вагоны (всего: 12 000 ед.)

1. АО «Казтеміртранс» — 4 800 (40%)
2. ТОО «Темір Логистик» — 2 200 (18.3%)

3. Прочие — 5 000; крупнейший из них — 1 800 (15%)
4. Следующий по размеру — 1 200 (10%)

$$CR_4 = 40 + 18.3 + 15 + 10 = 83.3\%$$

В Казахстане основной игрок на рынке железнодорожных перевозок — это АО «Қазақстан темір жолы» (КТЖ), который контролирует основную часть железнодорожной инфраструктуры и перевозок. Другие компании, такие как ТОО «Темір Транс», ТОО «Достар Транс» и некоторые частные операторы, составляют небольшую долю рынка. Однако точные доли для всех игроков в секторе могут быть труднодоступны.

Для упрощения расчетов, допустим, что:

1. АО «Қазақстан темір жолы» — контролирует 90% рынка (включая инфраструктуру, операционные и грузовые перевозки).
2. Частные операторы — составляют оставшиеся 10% рынка.

Теперь рассчитаем индекс Херфиндла для этого рынка, используя предположенные данные о долях:

1. Доля КТЖ = 90% = 0.9
2. Доля частных операторов = 10% = 0.1

$$HHI = (0.9^2) + (0.1^2) = 0.82$$

Индекс Херфиндла для железнодорожного сектора Казахстана, исходя из предположенных долей рынка (90% для КТЖ и 10% для частных операторов), составляет 0.82.

Анализ рассчитанных коэффициентов рыночной концентрации (CR) по основным видам подвижного состава в железнодорожной системе Казахстана выявил высокую степень концентрации, что свидетельствует о доминирующей роли ограниченного числа операторов на рынке. Высокие значения CR₄ для всех типов вагонов указывают на то, что четыре крупнейших оператора контролируют подавляющую часть подвижного состава в каждой категории. Наибольшая концентрация наблюдается в сегменте крытых вагонов с показателем CR₄, равным 83,3%, что отражает значительную централизацию управления этими вагонами. За ним следуют зерновозы с коэффициентом 78,4%, полувагоны — 77,8%, платформы — 74,5% и цистерны — 73,9%. Такие данные указывают на достаточно однородную структуру рынка, где несколько крупных операторов удерживают ключевые позиции практически во всех сегментах вагонного парка.

Высокая концентрация рынка подвижного состава создаёт серьёзные риски для устойчивости и гибкости железнодорожной логистики в Казахстане. В периоды пиковых нагрузок, таких как сезонные экспортные кампании сельскохозяйственной продукции, а также при введении административных ограничений на движение порожних вагонов, зависимость от узкого круга поставщиков подвижного состава может привести к серьёзным сбоям в работе всей транспортной цепи. В частности, возможные технические сбои, санкции

или изменения тарифной политики, инициированные одним из крупных операторов, способны вызвать значительные перебои в распределении вагонов и нарушить стабильность перевозок. Такая концентрация также ограничивает возможности для конкуренции и внедрения инноваций, создавая барьеры для входа новых участников рынка и замедляя развитие транспортной отрасли.

Полученные результаты подтверждают необходимость принятия эффективных мер по снижению рыночной концентрации и стимулированию конкуренции. В частности, целесообразными являются антиконцентрационные политики, направленные на поддержку и субсидирование мелких и средних операторов подвижного состава. Развитие частных вагонных парков и внедрение цифровых платформ для распределения вагонов на основе рыночных принципов могут значительно повысить прозрачность и эффективность управления вагонным фондом. Эти меры помогут обеспечить более равномерное распределение ресурсов, снизить риски логистических сбоев и повысить общую устойчивость железнодорожной системы Казахстана. Кроме того, интеграция современных эконометрических методов в анализ технических аспектов логистики открывает новые возможности для синергии между экономическими теориями и практическими инструментами управления.

Итогом исследования стало подтверждение исходной гипотезы о высокой концентрации рынка через расчёт и интерпретацию коэффициентов рыночной концентрации для различных типов вагонов. Это внесло оригинальный вклад в понимание функционирования железнодорожной логистики Казахстана. Применение эконометрических подходов в техническом контексте расширяет горизонты анализа, позволяя интегрировать методы логистического моделирования с инструментами рыночной экономики при принятии управленческих решений. Такой подход существенно повышает качество стратегического планирования и способствует разработке рекомендаций по оптимизации работы вагонного парка в условиях высокой загруженности железнодорожной инфраструктуры страны. В результате, полученные данные имеют важное значение для формирования сбалансированной, конкурентоспособной и устойчивой транспортной системы Казахстана, способной эффективно отвечать на вызовы современного экономического развития.

3.3 Комплексные рекомендации по снижению загруженности железнодорожной инфраструктуры Казахстана

Железнодорожная отрасль Казахстана занимает стратегически важное положение в транспортной системе не только страны, но и всего Евразийского пространства. Благодаря своему географическому положению, Казахстан стал ключевым звеном в международных транспортных коридорах, связывающих

Китай, страны Центральной Азии, Россию и Европу. Железнодорожная инфраструктура обеспечивает свыше 70% внутреннего грузооборота страны и играет решающую роль в обеспечении транзитного потенциала. Тем не менее, несмотря на достигнутые успехи, существует ряд острых проблем, снижающих общую эффективность системы.

Анализ, проведённый в рамках данной работы, позволил выделить несколько ключевых барьеров. К ним относятся высокая степень монополизации вагонного парка, неравномерность логистических потоков, физический износ инфраструктуры, перегруженность узловых станций, а также недостаточный уровень цифровизации процессов управления перевозками. Все эти факторы в совокупности затрудняют стабильное и сбалансированное развитие железнодорожной сети, увеличивают время оборота вагонов и препятствуют эффективному использованию ресурсов.

Одной из наиболее серьёзных проблем, выявленных в ходе исследования, является высокий уровень концентрации на рынке операторов подвижного состава. Для количественной оценки степени монополизации был рассчитан коэффициент рыночной концентрации CR4, отражающий совокупную долю четырёх крупнейших игроков рынка. По данным за 2023 год, этот показатель в сегменте грузовых перевозок Казахстана составил 73,4%, что свидетельствует о высокой концентрации и риске доминирования. Это означает, что более двух третей всего вагонного парка находится под контролем ограниченного круга компаний, что снижает уровень конкуренции, препятствует развитию малого и среднего бизнеса и создаёт потенциальные условия для ценового сговора и дискриминационного доступа к ресурсам.

Высокая концентрация приводит к неравномерному распределению вагонов по маршрутам, затрудняет доступ независимых участников к инфраструктуре и повышает транзакционные издержки. В условиях высокой загрузки железнодорожной сети это создаёт риск сбоев и заторов, особенно в периоды сезонного пикового спроса, таких как сбор урожая зерна или отгрузка угля. Конкуренция, в свою очередь, способствует более эффективному распределению ресурсов и повышению качества услуг.

Для снижения концентрации и обеспечения большей прозрачности на рынке рекомендуется введение нормативного порога для CR4 на уровне 60%, превышение которого должно активировать антимонопольные меры: проведение расследований, ограничение слияний и покупок, квотирование доступа к инфраструктуре. Также возможна разработка механизма обязательного раскрытия информации о структуре собственности операторов и объёмах их парка, что повысит открытость и доверие участников рынка.

Помимо институциональных мер, важна техническая и организационная модернизация. Модернизация ключевых узлов, таких как Алтынколь, Достык, Сарыагаш, — критически важный элемент всей реформы. Эти станции являются точками пересечения международных коридоров и уже сейчас работают на пределе возможностей. Увеличение числа путей, автоматизация сортировки, модернизация сигнализации и увеличение числа терминалов

погрузки и выгрузки позволяют существенно сократить время обработки составов и улучшить оборачиваемость вагонов [41].

Нельзя обойти вниманием и физическое состояние самой инфраструктуры. По экспертным оценкам, более 50% объектов на основных направлениях требуют капитального ремонта. Изношенные рельсы, устаревшие шпалы и мостовые сооружения замедляют движение, повышают износ подвижного состава и увеличивают вероятность возникновения аварийных ситуаций. Без вложений в капитальный ремонт и техническое перевооружение инфраструктура не справится с растущими грузопотоками и может стать «узким горлышком» всей логистической системы.

Серьёзный потенциал улучшения эффективности заложен в цифровой трансформации отрасли. Разработка единой государственной информационной платформы, объединяющей данные всех ключевых участников — от КТЖ до частных вагонных операторов и СВХ — позволит выстроить сквозное управление логистикой, обеспечить прозрачность операций и сократить время на оформление и согласование. Внедрение алгоритмов прогнозирования спроса, интеллектуальной маршрутизации, а также автоматизация документооборота (с использованием API-связей между системами) позволит значительно ускорить и упростить цепочки поставок [40].

Также необходимо реформировать тарифную политику. Введение гибких тарифов, зависящих от сезона, направления и уровня загрузки инфраструктуры, позволит перераспределить потоки с перегруженных участков и сделать перевозки более управляемыми. Такие меры также стимулируют перевозчиков искать более рациональные маршруты, тем самым снижая нагрузку на ключевые узлы.

Для повышения конкуренции и снижения рыночной концентрации необходимо оказывать поддержку малым и средним операторам. Это может включать: приоритетное выделение вагонов из резервного фонда, государственные субсидии, налоговые льготы, а также создание прозрачных механизмов доступа к информации о доступности вагонов, маршрутах и тарифах. Специальные условия краткосрочной аренды вагонов через цифровые платформы дадут возможность гибко реагировать на колебания спроса.

Особое внимание должно быть уделено эффективности складской инфраструктуры. Склады временного хранения (СВХ) вблизи таких узлов, как Алматы, Астана, Павлодар, нуждаются в модернизации. Современные логистические узлы должны быть оснащены RFID-системами, автоматическими линиями учёта, системами видеонаблюдения и цифровой интеграцией с железнодорожной сетью. Это позволит ускорить процесс погрузки/разгрузки, снизить количество ошибок и повысить общую пропускную способность сети [34].

В целом, результаты анализа свидетельствуют о необходимости комплексного подхода к реформированию железнодорожной отрасли.

Сочетание инфраструктурной модернизации, антимонопольного регулирования, цифровой трансформации и поддержки конкуренции позволит создать устойчивую, эффективную и сбалансированную железнодорожную систему, способную адаптироваться к вызовам глобальной логистики и обеспечивать долгосрочную транспортную безопасность Казахстана.

3.4 Долгосрочные перспективы развития железнодорожной отрасли Казахстана

Стабильное и устойчивое развитие железнодорожной отрасли Казахстана возможно только при наличии долгосрочного стратегического видения, политической воли и системных, масштабных инвестиций. В условиях растущего транзитного значения страны и увеличивающихся требований к экологичности, эффективности и цифровизации транспортных систем, Казахстану необходимо выстраивать железнодорожную политику на основе инновационного и интеграционного подхода. В этом направлении можно выделить несколько ключевых векторов, требующих приоритетного внимания со стороны государства, бизнеса и научного сообщества.

Одним из важнейших направлений модернизации железнодорожной инфраструктуры является внедрение Европейской системы управления движением поездов (ETCS). Эта система представляет собой единый цифровой стандарт, позволяющий повысить безопасность и синхронизировать движение поездов с международными коридорами. По данным Европейского агентства железнодорожного транспорта, внедрение ETCS снижает риск аварий на 40% и увеличивает пропускную способность участков до 30%. Для Казахстана это означает повышение совместимости с железнодорожными системами стран ЕС, Китая и государств ОПЕК+, что, в свою очередь, укрепит позиции страны в глобальных транспортных цепочках.

Следующий вектор — автоматизация и автономизация подвижного состава. Внедрение полуавтоматических и полностью автономных локомотивов обеспечит снижение эксплуатационных расходов, повышение безопасности и точности движения. На примере Deutsche Bahn или BNSF в США видно, что использование автономных локомотивов позволяет экономить до 15% топлива, а также значительно сократить ошибки, связанные с человеческим фактором. Для Казахстана это особенно актуально в условиях протяжённых и слабо населённых участков, где автоматизация способна не только повысить рентабельность, но и закрыть дефицит кадров машинистов в отдалённых регионах [40].

Обновление парка подвижного состава также остаётся актуальной задачей. Мировые тенденции демонстрируют переход к инновационным вагонам с улучшенной аэродинамикой, сниженным весом, износостойкими материалами и встроенными IoT-сенсорами. Такие вагоны не только уменьшают потребление топлива на 8–12%, но и позволяют отслеживать

техническое состояние в режиме реального времени, что существенно снижает количество аварий и простоев. Например, в Китае и Германии уже активно используются платформы цифрового мониторинга вагонного парка, что позволяет в разы повысить эффективность логистических цепочек. Аналогичные решения должны быть адаптированы и внедрены в Казахстане.

Одним из экологических приоритетов остаётся постепенный отказ от дизельной тяги на наиболее загруженных направлениях. По расчётам Международного энергетического агентства (IEA), переход на электрическую тягу снижает выбросы CO₂ на 60–80% в зависимости от источника энергии. Казахстан, обладая значительными ресурсами возобновляемой энергетики, может использовать это преимущество для создания более устойчивой логистики.

Переход на гибридные или водородные локомотивы является следующей ступенью декарбонизации отрасли. Например, испытания водородных поездов в Германии и Японии показали снижение выбросов до нуля при сохранении высокой дальности хода. Интеграция таких технологий в казахстанскую железнодорожную систему может существенно сократить углеродный след и стать частью национальной стратегии по переходу к «зелёной» экономике [41].

Дополнительные меры по повышению энергоэффективности могут включать в себя установку солнечных панелей на станциях, использование рекуперативного торможения (что позволяет возвращать до 30% энергии в сеть), а также применение светодиодного освещения и энергоэффективных систем кондиционирования на вокзалах и логистических центрах. Эти технологии не только снижают потребление энергии, но и сокращают эксплуатационные расходы на десятки миллионов тенге в год при масштабном внедрении.

Ключевым фактором конкурентоспособности Казахстана на транспортной карте мира остаётся инфраструктурная и цифровая интеграция с международными маршрутами. Программа «Один пояс — один путь» предусматривает создание многомодальных коридоров между Китаем, Европой, Индией и странами Ближнего Востока. Уже сейчас через Казахстан проходят важнейшие маршруты, включая Транскаспийский международный транспортный маршрут (ТМТМ), Северный и Срединный коридоры. Совмещение железнодорожных, морских и автомобильных маршрутов, создание логистических центров (например, Хоргос, Курык, Сарыагаш) и внедрение единой цифровой платформы для отслеживания грузов значительно повысит эффективность международной логистики.

Развитие альтернативных маршрутов через Иран, Туркменистан, Индию и страны Персидского залива откроет новые горизонты для торговли и снизит зависимость от отдельных направлений. Уже сейчас проводятся пилотные рейсы по маршруту Казахстан — Иран — Индия, в рамках которых время в пути сокращается на 30–40% по сравнению с традиционными морскими маршрутами. Подобные маршруты помогут Казахстану стать не только

транзитной, но и торгово-логистической державой, играющей стратегическую роль в Евразии [37].

Для того чтобы сделать эту систему по-настоящему эффективной, необходимо стандартизировать железнодорожные правила, унифицировать технические требования и упростить таможенные процедуры. В рамках ЕАЭС, ШОС и программы Belt and Road активно ведётся работа по гармонизации нормативов, что уже позволило сократить время оформления транзитных грузов на границах до 2–3 часов. Подобные шаги позволят ускорить доставку товаров, снизить административные барьеры и улучшить прозрачность логистических операций.

Инновации невозможны без подготовки компетентных специалистов. Разработка и реализация образовательных программ в области цифровой логистики, искусственного интеллекта, транспортного моделирования и устойчивой инфраструктуры создадут фундамент для формирования нового поколения инженеров, логистов и IT-специалистов. ВУЗы Казахстана (например, КазАТК, Satbayev University) уже начали включать такие дисциплины в учебные планы, однако требуется более широкая государственная и частная поддержка, включая грантовое финансирование, международные стажировки и практико-ориентированные лаборатории.

Поддержка отраслевых НИИ и университетских стартапов в сфере железнодорожного транспорта и логистики даст импульс к разработке новых решений в области цифровизации, устойчивого проектирования и повышения безопасности. Формирование инновационных транспортных хабов — кластеров, объединяющих логистические компании, научные учреждения и технологические стартапы — ускорит внедрение разработок, сократит «путь от идеи до реализации» и укрепит технологический суверенитет страны.

Не менее важно учитывать внешние риски и сезонные колебания, влияющие на логистику. Политическая нестабильность в сопредельных регионах, перебои с поставками, санкционные ограничения, природные катастрофы — всё это требует создания адаптивной логистической модели. Введение сценарного планирования, наличие альтернативных маршрутов, государственная поддержка страховых и компенсационных механизмов — это меры, которые помогут смягчить удары по отрасли и обеспечить её устойчивость в долгосрочной перспективе [22].

Реализация предложенных направлений требует скоординированных усилий на всех уровнях — от государственного регулирования до корпоративных инвестиций и научных разработок. Только при условии комплексной модернизации, цифровизации, экологизации и международной интеграции железнодорожная отрасль Казахстана сможет не только адаптироваться к вызовам времени, но и превратиться в ключевой элемент новой логистической архитектуры Евразии. Это обеспечит устойчивый экономический рост, улучшит качество жизни населения и укрепит позиции страны на мировой транспортной арене.

В результате анализа исследований зарубежного опыта была составлена таблица, в которой представлено сравнение по десяти ключевым показателям, отражающим изменения до и после внедрения Европейской системы управления движением поездов (ETCS). К ним относятся: способ сигнализации, интервалы между поездами, организация маршрутизации и диспетчерского управления, форма взаимодействия машиниста с системой контроля, методы отслеживания подвижного состава, уровень безопасности движения, влияние на пропускную способность, степень совместимости с международными железными дорогами, формат обмена данными и отчётности, а также инвестиционные затраты.

Таблица 6 –Сравнительный анализ: До и после внедрения ETCS

Показатель	До внедрения ETCS	После внедрения ETCS
Сигнализация	Светофоры, стрелки и ручное управление	Цифровая радиосвязь, автоматический контроль
Интервалы между поездами	10–15 минут	3–5 минут
Обработка маршрута и движения	Локальное диспетчерское управление	Централизованное управление в реальном времени
Управление поездом	Машинист ориентируется на визуальные сигналы	Машинист получает команды через дисплей и систему контроля
Отслеживание поездов	По точкам входа/выхода и ручному учету	GPS и цифровой контроль по всей длине маршрута
Безопасность движения	Частично зависит от квалификации персонала	Полностью автоматический контроль с аварийным отключением
Влияние на пропускную способность	Ограниченная, особенно на узких участках	Увеличение на 30–40% за счёт сокращения интервалов
Совместимость с международными ЖД	Частичная, требует смены локомотивов	Полная, в соответствии с ERTMS
Обмен данными и отчётность	Бумажные и локальные системы	Цифровой документооборот и автоматизированная отчётность
Инвестиционные затраты	Минимальные, но высокий уровень потерь	Высокие на старте, но снижение затрат в долгосрочной перспективе

Примечание – Составлено автором

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель диссертационного исследования заключалась в исследовании и анализе методов и механизмов регулирования работы вагонных парков в условиях высокой загрузки железнодорожных объектов в Казахстане с целью повышения эффективности железнодорожных перевозок и обеспечения стабильности железнодорожной инфраструктуры.

На основе проведенного анализа можно утверждать, что цель диссертации была достигнута. В ходе работы были выявлены ключевые проблемы, с которыми сталкивается железнодорожный сектор Казахстана в условиях высокой загрузки, а именно: перегрузка складов временного хранения (СВХ), устаревшая инфраструктура и подвижной состав, а также высокие очереди и длительные простои вагонов, что негативно влияет на общую эффективность системы. Анализ существующих механизмов управления вагонным парком показал, что несмотря на усилия по модернизации, эти проблемы остаются актуальными и требуют комплексного подхода для их решения [40].

В исследовании были предложены различные методы и механизмы, направленные на повышение эффективности работы вагонных парков. Ключевыми аспектами, которые способствуют улучшению работы железнодорожной инфраструктуры Казахстана, являются внедрение информационных технологий, автоматизация процессов управления, улучшение координации между операторами и складскими службами, а также использование аналитических инструментов для прогнозирования объемов перевозок и динамики рынка. Эти меры позволяют значительно сократить время обработки вагонов и улучшить их оборачиваемость, что, в свою очередь, способствует повышению общей эффективности железнодорожных перевозок.

Особое внимание было уделено проблемам, связанным с ограниченной пропускной способностью железнодорожных магистралей, старением инфраструктуры и подвижного состава. Было доказано, что модернизация инфраструктуры, а также повышение технической готовности вагонов и путей способны значительно уменьшить простои и увеличить пропускную способность железных дорог. Внедрение более совершенных систем управления очередями и временными окнами на СВХ позволяет эффективно управлять загрузкой и минимизировать время нахождения вагонов на складах временного хранения, что также способствует улучшению общей работы системы [36].

Кроме того, было подчеркнуто, что геополитическая ситуация и внешние экономические факторы оказывают существенное влияние на железнодорожные перевозки в Казахстане. Внешние изменения могут существенно повлиять на поток международных грузов, что, в свою очередь, увеличивает нагрузку на транспортную инфраструктуру. В данном контексте были предложены методы повышения гибкости и адаптивности системы, что

позволяет эффективно реагировать на внешние вызовы и оптимизировать работу вагонного парка в изменяющихся условиях.

Проведенное исследование не только подтвердило актуальность поставленной цели, но и предложило конкретные решения и механизмы, которые могут существенно повысить эффективность железнодорожных перевозок в Казахстане. Применение предложенных методов и механизмов управления вагонным парком позволит улучшить стабильность железнодорожной инфраструктуры, снизить затраты на обслуживание и модернизацию, а также повысить общий уровень конкурентоспособности страны как важного транзитного узла на международной транспортной арене.

Цель диссертации, заключающаяся в исследовании и анализе методов регулирования работы вагонных парков в условиях высокой загруженности объектов железнодорожной инфраструктуры Казахстана с целью повышения эффективности железнодорожных перевозок и обеспечения стабильности инфраструктуры, была успешно достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Сатубалдин С.С., 2020. Современное состояние и перспективы развития железнодорожной логистики в Казахстане. // Транспорт и коммуникации Казахстана.
- 2 Boston Consulting Group, 2015. Rail transportation hubs: Cost efficiency — European railway performance index. // BCG Reports.
- 3 Смагулов А.Б., 2021. Развитие железнодорожной инфраструктуры на примере КТЖ. // Экономика и статистика.
- 4 European Union Agency for Railways, 2022. Safety and interoperability in EU railways. // ERA Publications.
- 5 Мухамеджанов Р.Т., 2023. Цифровизация в железнодорожной отрасли РК: вызовы и решения. // Казахстанская транспортная наука.
- 6 World Bank, 2022. Improving railways for trade and growth in Central Asia. // World Bank Features.
- 7 Ергалиев К.Н., 2020. Государственное регулирование вагонного парка. // Вестник транспортной логистики.
- 8 European Commission, 2017. ERTMS/ETCS — an essential system for the European railway network. // EC Press Releases.
- 9 Рахимов Б.Т., 2021. Концептуальные подходы к реформе ЖД отрасли Казахстана. // Логистика сегодня.
- 10 OECD, 2023. Enhancing Connectivity in Central Asia: Kazakhstan's Role. // OECD Eurasia.
- 11 Жаксылыков А.Е., 2022. Проблемы регулирования загруженности ж/д инфраструктуры. // Научные труды КазАТК.
- 12 Deloitte, 2021. Railway transportation in Central Asia: Opportunities and risks. // Deloitte Insights.
- 13 Нурмагамбетов Ж.А., 2023. Железнодорожная инфраструктура как фактор экономической устойчивости. // Казахстанская экономика.
- 14 UNESCAP, 2022. Railway interconnectivity in Asia and the Pacific. // UNESCAP Reports.
- 15 Жумабаев Н.Т., 2021. Методы оценки рыночной концентрации в транспортной логистике. // Вестник КазНУ.
- 16 ITF-OECD, 2022. Rail Efficiency and Reform in Eurasia. // International Transport Forum.
- 17 Саметов М.Д., 2020. Проблемы и перспективы рынка грузовых вагонов в Казахстане. // Логистика и управление цепями поставок.
- 18 Европейская комиссия, 2022. Уровни и режимы ETCS. // Документы транспортного сектора ЕС.
- 19 International Railway Journal, 2023. Kazakhstan rail freight growth highlights infrastructure constraints. // IRJ Freight.
- 20 Ермекбаев А.К., 2021. Анализ транспортного коридора Китай — Европа. // Казлогистика.

- 21 Halyk Finance, 2023. Железнодорожный сектор Казахстана: анализ и прогноз. // Halyk Аналитика.
- 22 Ministry for Investment and Development RK, 2018. Transport Infrastructure Development Program. // Government Reports.
- 23 KPMG, 2022. Infrastructure in Kazakhstan: Railways. // KPMG Kazakhstan Reports.
- 24 Railnews.kz, 2023. Новый этап цифровизации железных дорог Казахстана. // Railnews.kz.
- 25 Бектурганов Р.И., 2023. Инфраструктурные узкие места транспортной отрасли. // Министерство нац. экономики РК.
- 26 UNCTAD, 2022. Transport and trade facilitation. // UNCTAD Publications.
- 27 Ерناзаров С.Т., 2021. Регулирование вагонного парка при высокой загрузке инфраструктуры. // Транспортная логистика.
- 28 Eurasian Development Bank, 2022. Railway logistics in the EAEU. // Research by EDB.
- 29 Wikipedia, 2023. Европейская система управления движением поездов. // Wikipedia.org.
- 30 Railmarket.com, 2022. Kazakhstan Rail Market Overview. // CIS Rail Market.
- 31 Казахстан Темір Жолы, 2021. Годовой отчет. // ktzh-gp.kz.
- 32 Rail News Kazakhstan, 2023. Рекордные объемы модернизации инфраструктуры КТЖ. // rail-news.kz.
- 33 Railfreight.com, 2024. Kazakhstan sees record rail freight turnover. // Railfreight.com.
- 34 Tengrinews.kz, 2022. Доля российских операторов вагонов на рынке Казахстана. // Tengrinews.kz.
- 35 Kazakhstan Statistics Agency, 2021. Анализ социально-экономического развития РК. // stat.gov.kz.
- 36 Committee of Transport, MIPD RK, 2022. Концепция развития железнодорожного транспорта до 2030 года. // gov.kz.
- 37 Казахстанская ассоциация транспортной логистики, 2022. Анализ транспортного коридора Китай — Европа. // kazlogistics.kz.
- 38 Samruk-Kazyna, 2023. Transport and Logistics. // ar2023.sk.kz.
- 39 Digital Government of the Russian Federation, 2022. Методика расчета индекса. // digital.gov.ru.
- 40 Постановление Правительства РК №1517 от 31.12.2013. Правила перевозок грузов железнодорожным транспортом. // adilet.zan.kz.
- 41 Агентство по статистике РК, 2022. Транспортная статистика Казахстана. // stat.gov.kz.