

Б.Т. Хайруллин^{1*}, А.Л. Дерман²

^{1,2} *Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан*

¹*Hairullinbeibyt@mail.ru, ²derman68@mail.ru*

¹*<https://orcid.org/0009-0004-8563-2388>*

²*<https://orcid.org/0009-0006-8256-9963>*

Повышение экономической эффективности перевозок зерна

Аннотация:

Цель: Решение задачи повышения экономической эффективности перевозок зерна железнодорожным транспортом. Решение этой задачи предусматривает использование математических методов анализа.

Методы: Использовались математический метод линейного программирования, сравнительный анализ. Выполнен анализ текущего состояния организации перевозок массовых грузов железнодорожным транспортом. Выполнен графический анализ расходов на транспортную работу железнодорожного транспорта при массовых перевозках зерна.

Результаты: Решение логистических проблем при перевозке грузов железнодорожным транспортом, которые позволяют получить огромный экономический эффект, сопоставимый с себестоимостью перевозимых грузов. Сравнение затрат на перевозку зерна по плану составленным отделом перевозок «Казахстан Темир Жолы» с учетом заказчиков и по плану, полученным с использованием математического метода, метода потенциалов показывает, на сколько можно сократить расходы при перевозке.

Выводы: Предложенная методика расчета планов перевозок с использованием компьютерных программ позволит значительно снизить себестоимость перевозок. Необходимы модернизация железнодорожного транспорта, обновление вагонного парка, построение новых веток железных дорог, грузовых терминалов с цифровизацией грузовых операций. Методику расчета оптимального плана перевозок можно использовать при планировании перевозок массовых грузов.

Ключевые слова: экономика транспорта, эффективность перевозок, перевозки зерна, железнодорожные перевозки, математические методы планирования, транспортная логистика, экономическая эффективность железнодорожных перевозок.

Введение

Железнодорожный транспорт при перевозке массовых грузов является приоритетным транспортом. Более 65 % всех массовых перевозок по Казахстану перевозится железнодорожным транспортом. Развитие экономики Республики Казахстан и его регионов невозможно без развитой сети железнодорожного транспорта. Республика Казахстан занимает выгодное географическое положение. Железнодорожный транспорт используется не только для перевозки внутренних грузов, но и грузов на экспорт и транзит через Республику Казахстан. Улучшение организации перевозок массовых грузов является необходимостью для повышения конкурентоспособности страны. Использование новых технологий перевозок, обновление подвижного состава, строительство новых дорог являются приоритетной задачей модернизации железнодорожного транспорта. Поэтому задача по оптимизации транспортных расходов путем внедрения цифровизации является актуальной.

Авторами выполнен расчёт экономической эффективности перевозок зерна с помощью адаптированной методики оперативного изменения планов перевозок грузов для устранения непредвиденно появившихся затрат, решение транспортных задач на транспорте с использованием точных математических и логистических методов.

Целью работы является повышение экономической эффективности железнодорожных перевозок зерна путём сокращения транспортных расходов при перевозке зерна железнодорожным транспортом. Решение транспортных задач на железнодорожном транспорте с использованием точных математических методов и пакетов прикладных программ позволяет эффективно и оперативно изменить планы перевозок грузов для устранения непредвиденно появившихся затрат, которые могут составлять огромные суммы для всего АО НК «Казахстан Темир Жолы».

* Автор-корреспондент. E-mail: *Hairullinbeibyt@mail.ru*

Обзор литературы

Проведен анализ решения задач построения оптимальных стадий планирования и распределения грузовых потоков, сформированы критерии оптимальности решения, разработан алгоритм решения задач планирования и распределения грузопотоков в транспортно-логистической системе (Абжапбаева, 2002). Установили регрессионные зависимости критерия эффективности от расстояния перевозок грузов в диапазоне от 1 до 60 км, выполнена их проверка на адекватность цели процесса оперативного планирования (Толебаева, 2018). Предложено использовать инновационные системы съемных железнодорожных кузовов демонстрирующие средние показатели в общем ранге, что свидетельствует о достаточном потенциале для внедрения данной логистической технологии (Вакуленко, 2022). В исследованиях внесены предложения по повышению транзитного потенциала страны и созданию эффективной системы транспортно-логистических услуг. Определение методологической основы исследования позволило утверждать, что использование существующих методов недостаточно, так как не учитывается применение интеллектуальных логистических технологий. Определены предпосылки появления интеллектуального логистического оператора, его место и роль на транспортно-логистическом рынке. Предложены единая схема мышления и контекст интеллектуального логистического провайдер-интегратора. Выявлены типы интеллектуальных технологий, реализуемых интеллектуальным провайдером-интегратором (Jalolova, 2022). Исследование придерживается мнения, что существует множество факторов, влияющих на управление поставщиками, и эти факторы включают количество и качество товаров, а также время доставки, которые могут существенно влиять на организационные операции. Основной целью управленческого учета применительно к закупкам является составление и выполнение плана закупок товаров, обеспечивающего операционную стратегию (Нургалиева, 2020). Исследованы процессы мультимодальной доставки грузов, особое внимание уделено доставке специальных категорий грузов, требующих применения более совершенных технологий и решений. В исследовании использованы методы системного, статистического и историко-экономического анализа, терминологические и маркетинговые исследования. Определение методологической основы исследования позволило утверждать, что использование существующих методов недостаточно, так как не учитывается применение интеллектуальных логистических технологий. Определены предпосылки появления интеллектуального логистического оператора, его место и роль на транспортно-логистическом рынке (Орозонова, 2022).

Методы исследования

Увеличение объема перевозок железнодорожным транспортом требует принятия мер по сокращению расходов на транспортную работу. Расходы могут быть уменьшены организационными, директивными методами, применением специализированного подвижного состава. Долгосрочное и оперативное планирование с использованием научно обоснованных методов становится актуальным. Грамотное планирование перевозок может уменьшить сроки перевозок, пробег подвижного состава, затраты на организацию погрузочно-разгрузочных работ и логистические операции. Пробег подвижного состава может быть уменьшен за счет нахождения кратчайших маршрутов. От выбора маршрута зависят сроки поставки грузов. Срок поставки грузов является качественным показателем перевозки. Качество перевозок грузов является важным вопросом экономики при увеличении объема перевозок грузов. «Внедрение на предприятиях республики современных цифровых технологий и сценариев использования программных приложений на базе платформ IoT (интернет вещей), технологии 3D печати, блокчейна, больших данных, облачных вычислений и дополненной реальности позволит в короткие сроки увеличить производительность и эффективность производственных процессов, повысить рентабельность и конкурентоспособность предприятий» (Баймухамедов М.Ф., 2021). Логистические решения на железнодорожном транспорте при перевозке массовых грузов требуют применения передовых технологий принятия решений с использованием компьютерных программ.

Через Республику Казахстан проходят несколько транспортных коридоров. Это связано с географическим положением Казахстана. Республика Казахстан идет на встречу к сотрудничеству по транзиту грузов.

Для России наиболее коротким транспортным путём в Азию в такие страны, как Китай, Иран, Афганистан являются дороги через Республику Казахстан. Экономические соглашения, принятые с соседними странами, способствуют развитию экспортных перевозок в соседние страны.

В настоящее время Республика Казахстан имеет материальные и трудовые ресурсы для обеспечения организации экспортных перевозок. Имеющаяся инфраструктура позволяет бесперебойную

работу железнодорожного транспорта. Имеются исследовательские институты для разработки передовых технологий планирования перевозок. Развитая сеть интернета является базой для внедрения интеллектуальных компьютерных программ в систему железнодорожного транспорта.

Имеются глубокие проблемы на железнодорожном транспорте, которые требуют скорейшего решения. «Отсутствуют взаимосвязь и координация работы всех видов транспорта, единая схема управления действующей инфраструктурой государства. Несоответствие перевозок, инфраструктуры дорожного сервиса, безопасности движения международным стандартам. Недостаточность международных договоров и соглашений, касающихся транспортно-коммуникационного комплекса» (Бекжанов З.С., 2002).

Наиболее важными проблемами являются устарелость технического оснащения железных дорог, низкая пропускная способность железных дорог, отсутствие развитых железнодорожных сетей внутри регионов, отсталая инфраструктура железнодорожного транспорта.

«Все эти и другие проблемы, которые влияют на развитие ЖД транспорта необходимо учитывать при организации международных и внутренних перевозок» (Сакало В.И., 2004). Интеграция экономики с соседними странами положительно сказывается на развитии железнодорожного транспорта. С каждым годом все больше грузов уходит зарубеж железнодорожным транспортом. В Республике Казахстан развиваются мультимодальные перевозки. Удовлетворение предприятий различных отраслей в перевозках основывается на принципах логистики международных перевозок. Так как большинство развиваются логистические принципы доставки грузов, предприятия находятся в городах с крупными железнодорожными узлами. Целенаправленно проводится политика цифровизации. «Показано, что факторы как инновации, цифровизация и логистика имеют высокую степень влияния на конкурентоспособность регионов.» (Агилбаева А.А., 2022).

Еще в 2011 году был подписан Меморандум с Ираном об экспортных поставках казахстанского зерна и других сельхозпродуктов. Зерно доставляется с использованием мультимодальных перевозок железнодорожным и водным транспортом. В наших сельскохозяйственных продуктах заинтересованы и другие страны Азии и Ближнего Востока. Так, последние поставки казахстанской пшеницы были зафиксированы в августе 2023 г. — на уровне 705 т. «Общий объем экспорта казахстанской пшеницы в Иран за 2023 календарный год составил 68,6 тыс. тонн» (Бюллетень международных договоров РК, 2000).

«Основной вопрос состоит в том, чтобы определить размер транспорта, который сведет к минимуму общую стоимость перевозки. По мнению авторов, данная проблема может быть решена симплекс-методом, но в этом случае это будет неэффективно. Чаще всего используется метод северо-западного угла. Он нужен для того, чтобы найти базовое решение проблемы» (Бурилина М.А., 2019).

Ниже на рисунке 1 показана карта железных дорог Республики Казахстан, для определения расстояний перевозок. Желтыми линиями показаны маршруты.

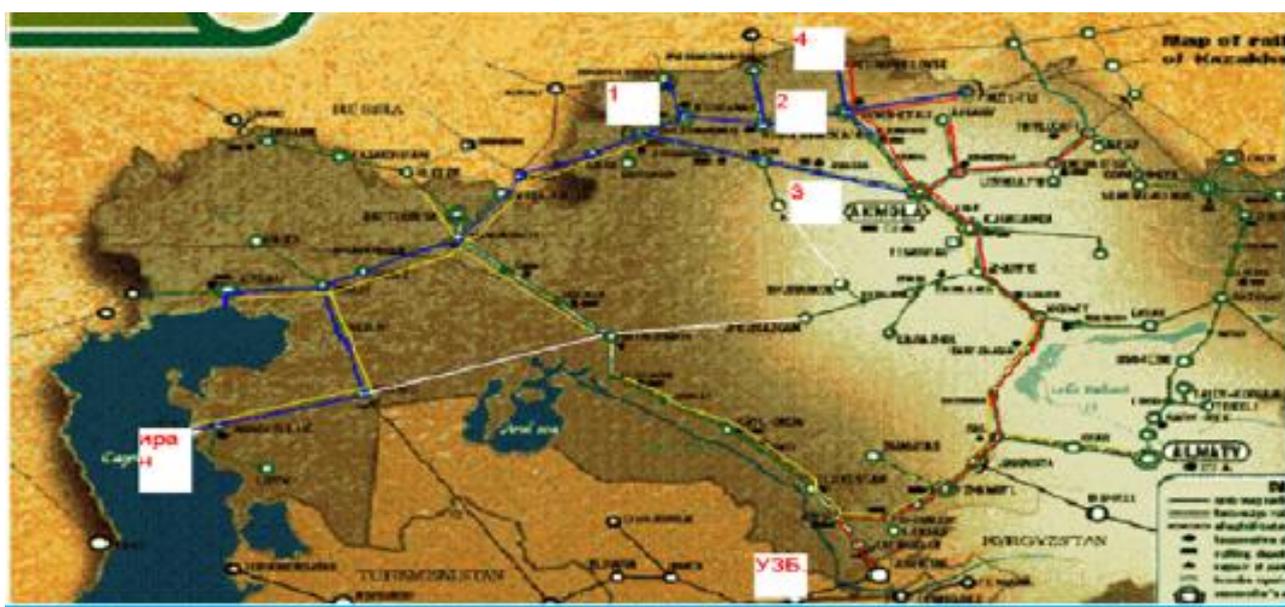


Рисунок 1 — Карта железных дорог Республики Казахстан

Составляем таблицу для расчета методом потенциалов. В таблице 1 приведены расстояния от зерновых элеваторов до основных пунктов приема зерна (зерновые терминалы Актау, Атырау и Сары-Агаш) с указанием объемов перевозок.

Таблица 1. Исходные данные

Потребители Поставщики	Расстояние, км			Запасы (в тыс. т)
	Актау	Атырау	Сары-Агаш	
1	2	3	4	5
Тайынша	2855	2410	1660	80
Кокшетау	2550	2100	1960	80
Петропавловск	2750	2300	2170	80
Костанай	2500	1750	2600	100
Атбасар	2800	2300	1910	70
Жаксы(2)	2740	2235	1985	70
Новоошимка	2710	2100	2210	70
Сарыкол	2855	2310	1750	50
Талшык	2760	2300	2160	50
Тимирязево	2700	1960	2810	50
Запросы (в тыс. т)	300	200	200	700

Примечание — составлена авторами

Станциями-потребителями являются Актау, Атырау, Сары-Агаш.

Станциями-отправителями являются: 1 — Тайынша, 2 — Кокшетау, 3 — Петропавловск, 4 — Атбасар, 5 — Костанай, 6 — Жаксы, 7 — Новоошимка, 8 — Сарыкол, 9 — Талшык, 10 — Тимирязево.

Задача решается с помощью метода потенциалов (Бережной В.И., 2001). Составляется опорный план перевозок и выполняется пошаговое решение, в каждой итерации указаны значения минимизирующей функции L в тонно-км (Шальто А.А., 2001).

В таблицах 2–13 представлен ход решения. Ход решения составил 10 шагов (итерации). Каждая итерация представляет собой результат решения задачи. Исходные данные для расчета: $Q = 0,7$ млн т, где Q — объем груза, $n = 10$, n — количество поставщиков, $m = 3$, m — количество потребителей. Для первой итерации выбираем план «Казакстан Темір Жолы». После первой итерации грузооборот перевозок составил 16771000 тонно-км.

Таблица 2. Опорный план перевозок (исходный план)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	80	80	80	60	0	0	0	0	0	0
Атырау	0	0	0	40	70	70	20	0	0	0
Сары-Агаш	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50

Примечание — составлена авторами

Таблица 3. Условие задачи

Потребители	Поставщики										Приведенная сумма по потребителям
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Актау	2850	2550	2750	2500	2800	2730	2700	2850	2750	2700	3000
Атырау	2400	2100	2300	1750	2300	2230	2100	2300	2300	1950	2000
Сары-Агаш	1660	1960	2170	2600	1910	1980	2200	1750	2160	2810	2000
Приведенная сумма по поставщикам	80	80	80	100	70	70	70	50	50	50	

Примечание — составлена авторами

Таблица 4. Первый результат (итерация 1)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	80	80	80	60	0	0	0	0	0	0
Атырау	0	0	0	40*	70	70	20*	0	0	0
Сары-Агаш	0	0	0	0	0	0	50*	50	50	50
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	1677100									
<i>* границы выборки для последующей итерации.</i>										
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Таблица 5. Второй результат (итерация 2)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	80*	80	80	40	0	0	0	0	0	20*
Атырау	0	0	0	60	70	70	0	0	0	0
Сары-Агаш	0*	0	0	0	0	0	70	50	50	30*
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	1661900									
<i>* границы выборки для последующей итерации.</i>										
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Таблица 6. Третий результат (итерация 3)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	50*	80	80	40	0	0	0*	0	0	50
Атырау	0	0	0	60	70	70	0	0	0	0
Сары-Агаш	30*	0	0	0	0	0	70*	50	50	0
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	16229000									
<i>* границы выборки для последующей итерации.</i>										
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Таблица 7. Четвертый результат (итерация 4)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	0	80	80	40*	0	0	50*	0	0	50
Атырау	0	0	0	60*	70*	70	0	0	0	0
Сары-Агаш	80	0	0	0	0*	0	20*	50	50	0
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	1588400									
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Таблица 8. Пятый результат (итерация 5)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	0	80	80	20*	0	0	70	0	0*	50
Атырау	0	0	0	80*	50*	70	0	0	0	0
Сары-Агаш	80	0	0	0	20*	0	0	50	50*	0
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	1575600									
<i>* границы выборки для последующей итерации.</i>										
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Таблица 9. Шестой результат (итерация 6)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	0	80	80	0	0	0	70	0	20*	50*
Атырау	0	0	0	100	30*	70	0	0	0	0*
Сары-Агаш	80	0	0	0	40*	0	0	50	30*	0
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	1564600									
<i>* границы выборки для последующей итерации.</i>										
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Таблица 10. Седьмой результат (итерация 7)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	0	80	80	0	0	0	70	0	50*	20*
Атырау	0	0	0	100	0	70*	0	0	0	30*
Сары-Агаш	80	0	0	0	70	0*	0	50	0*	0
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	1548100									
<i>* границы выборки для последующей итерации.</i>										
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Таблица 11. Восьмой результат (итерация 8)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	0	80	80	0	0	0*	70	0	50	20*
Атырау	0	0	0	1000	0	700*	0	0	0	300*
Сары-Агаш	80	0	0	0	70	0	0	50	0	0
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	1548100									
<i>* границы выборки для последующей итерации</i>										
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Таблица 12. Девятый результат (итерация 9)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	0	80	80	0	0	20*	70*	0	50	0
Атырау	0	0	0	100	0	50*	0*	0	0	50
Сары-Агаш	80	0	0	0	70	0*	0	50	0	0
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	1538100									
<i>* границы выборки для последующей итерации.</i>										
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Таблица 13. Оптимальное решение (итерация 10)

Потребители	Поставщики									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Актау	0	80	80	0	0	70	20	0	50	0
Атырау	0	0	0	100	0	0	50	0	0	50
Сары-Агаш	80	0	0	0	70	0*	0	50*	0	0
Работа жд составов, вагоно-тонно-км	1538100									
<i>* границы выборки для последующей итерации.</i>										
<i>Примечание — составлена авторами</i>										

Расчет производится до того момента, когда сумма значений строк *A* и *B* будет меньше либо равно сумме значений строки *C*. Итерация 10 соответствует данному условию. Следовательно, план перевозок является оптимальным.

Ниже показан график зависимости эксплуатационных расходов от шага итерации.

В таблице 13 показан оптимальный план перевозок, при котором эксплуатационные расходы минимальны.

Решение задачи представлено в виде диаграммы на рисунках 2 и 3.

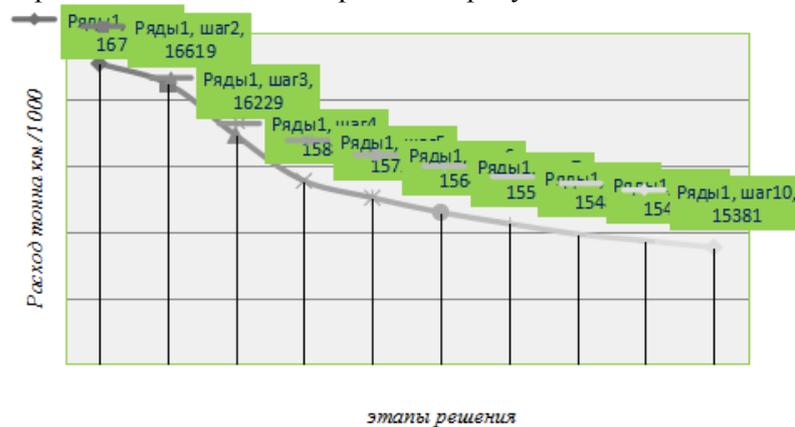


Рисунок 2 — График зависимости эксплуатационных расходов от шага итерации

Примечание — составлен авторами

На рисунке 2 функция расходов приведена в виде кривой, для того чтобы показать, что функция идет по нисходящей, хотя на самом деле является дискретной.

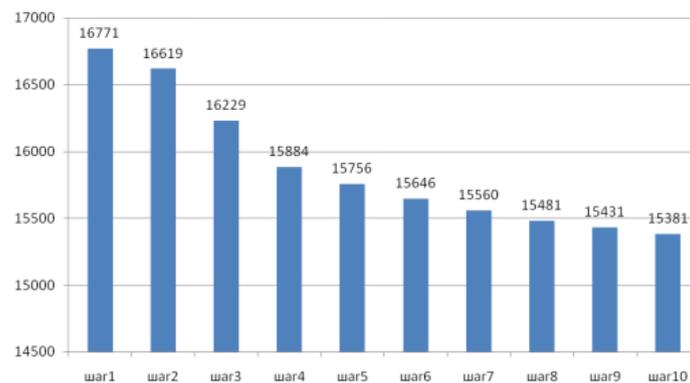


Рисунок 3 — Диаграмма решения задачи

Примечание — составлен авторами

На рисунке 3 видно, что разница значений расходов с увеличением шага (итерации) уменьшается и после 10 шага значение расходов не меняется, следовательно, значение при десятой итерации является минимумом.

Результаты

Экономическую эффективность плана перевозки определяем как разницу расходов между оптимальным планом перевозок и исходным планом. «Помимо этого, необходимо учесть сокращение времени перевозок» (Хруцкий Е.А., 2006). Перевозка зерна должна осуществляться в специализированных вагонах — хопперах.

В результате расчетов грузооборот изменился за счет уменьшения пробега вагонов. Грузооборот составил 15381000 тонно-км. Экономия составила 1396000 тонн-км. План, полученный после итерации 10, является наиболее экономичным. Так как расчет был выполнен математическим методом решение является единственным и верным.

Определим количество вагонов для перевозки. $V = Q/q = 700000/60 = 13333$ вагона.

Если состав состоит из 60 вагонов, то количество составов: $13333/60 = 222$. Экономическую эффективность определим через оборот вагонов *L*.

В исходном случае

$L_1 = 16\,771\,000 \text{ т км}/60 = 279\,516 \text{ вагоно- тыс.км.}$

После расчетов (10 итерация)

$L_{10} = 15\,381\,000 \text{ т}/60 = 256\,350 \text{ вагоно- тыс.км.}$

Уменьшение оборотов вагонов составит:

$L_1 - L_{10} = 279\,516 - 256\,350 = 23\,166 \text{ вагоно- тыс.км.}$

На рисунке 4 показана диаграмма разницы расходов при перевозке зерна.

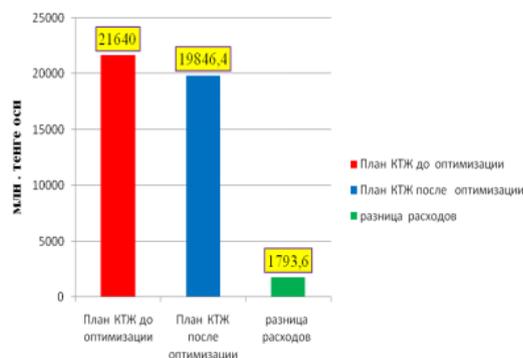


Рисунок 4 — Диаграмма разницы расходов при перевозке зерна в тенге

Примечание — составлен авторами

На рисунке 5 показана диаграмма разницы расходов при перевозке зерна, которая показывает насколько разница расходов значительна по отношению к плану перевозок.

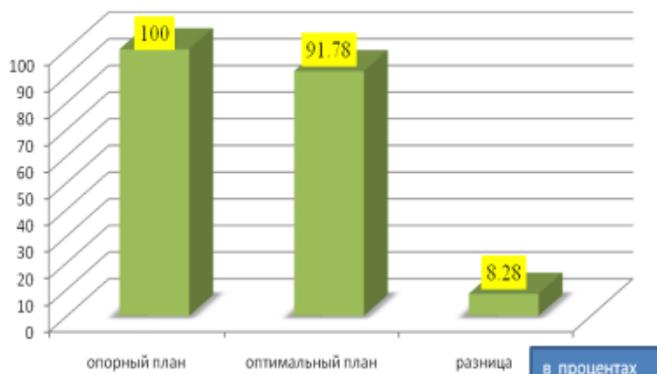


Рисунок 5 — Диаграмма разницы расходов при перевозке зерна в процентах

Примечание — составлен авторами

Определим экономический эффект. Определим количество освобожденных вагонов. При среднем пробеге вагона с грузом 1500 км получаем:

$23\,166 \text{ вагоно-тыс.км}/1500 \text{ км} = 15\,444 \text{ вагонов.}$

При среднем обороте вагона 14 дней, получаем $15\,444 * 14 = 216\,216 \text{ вагонов-дней.}$

При среднем тарифе на железнодорожном транспорте 360000 тенге на 1000 км за один вагон, то:

А. В исходном случае $16\,771\,000/60 = 279\,516 \text{ вагоно-тыс.км}$ А стоимость перевозок составит $279\,516 * 360\,000 \text{ тенге} = 100 \text{ млрд тенге.}$

Б. При оптимальном плане перевозок стоимость перевозок на перевозку составит $256\,350 \text{ вагоно-тыс.км} * 360\,000 \text{ тенге} = 92 \text{ млрд тенге.}$

Экономия составит $100 - 92 = 8 \text{ млрд тенге.}$ Диаграмма расходов показана на рисунке 3. На рисунках 4 и 5 показана разница по расходам на транспортную работу.

Определим сроки доставки грузов. Количество составов: $13333 : 110 = 121$, срок доставки $121 / 6 * 9 / 3 = 60 \text{ дней.} = 2 \text{ месяца.}$

Экономический эффект составит:

$\mathcal{E} = 8 \text{ млрд} * 1,6 = 12,8 \text{ млрд тенге.}$

Обсуждения

Полученные результаты расчетов показывают неэффективное планирование перевозок массовых грузов на железнодорожном транспорте. Поэтому необходимо внедрение цифровых технологий в такие отрасли, как сельское хозяйство и железнодорожный транспорт. К такому же выводу приходят и другие ученые: «Исследование свидетельствует о том, что регионы Казахстана имеют затруднения с введением и разработкой инновации, и уровень цифровизации ещё не занял передовые позиции» (Агилбаева А.А., 2022). Внедрение цифровых технологий позволит оптимизировать работу железнодорожного транспорта, сэкономить огромные материальные и финансовые ресурсы.

Развитие железных дорог в Республике Казахстан является приоритетной задачей экономики. Развитая сеть железных дорог определяет эффективное использование передовых технологий планирования. Вывод согласуется с выводами С.П. Вакуленко, М.В. Роменская и других: «Использование конвенционального железнодорожного подвижного состава все равно остается более эффективным при больших грузопотоках и больших расстояниях перевозки» (Вакуленко С.П., 2022). Использование цифровых технологий невозможно без модернизации подвижного состава и инфраструктуры железнодорожного транспорта. Так как специализация вагонов является одним из факторов снижения себестоимости перевозок.

В связи с большими темпами увеличения объема перевозок грузов в зарубежные страны необходимо строительство современных грузовых терминалов, отвечающих мировым стандартам.

Выводы

В результате применения математических методов с помощью компьютерных программ был составлен эффективный план перевозок массовых грузов.

Необходима модернизация железнодорожного транспорта. Нужно обновление вагонного парка. Необходимо построить новые ветки железных дорог, грузовые терминалы с цифровизацией грузовых операций.

Методику расчета оптимального плана перевозок можно использовать при планировании перевозок любых массовых грузов.

Список литературы:

- Jalolova Madina. Economic efficiency of the transport system and logistics in the Republic of Uzbekistan / Madina Jalolova, Umida Sangirova, Iskandar Yakubov, Hasan Rahimov, Nigina Kholmatova // *Transportation Research Procedia*. — 2022. — P. 1061–1066. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.107>.
- Nurgaliyeva A.M. The role of management accounting techniques in determining the relationship between purchasing and supplier management: A case study of retail firms in Kazakhstan / A.M. Nurgaliyeva, E.Z. Syzdykova, N.A. Gumar, A.N. Lambekova, Zh.T. Khishauyeva // *Uncertain Supply Chain Management*. — 2020. — 8(1). — P. 149–164.
- Orozonova Azyk. Application of smart logistics technologies in the organization of multimodal cargo delivery / Azyk Orozonova, Shakhnos Gapurbaeva, Azizbek Kydykov, Olha Prokopenko, Gunnar Prause, Sergiy Lytvynenko // *Transportation Research Procedia*. — 2022. — Vol. 63. — P. 1192–1198. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.124>.
- Абжапбарова А. Планирование и распределение грузовых потоков в логистической цепи / А. Абжапбарова, Г. Бихимова // *Вестн. КазАТК*. — 2022. — № 122(3). — С. 120–126.
- Агилбаева А. Инновации, цифровизация и логистика как факторы конкурентоспособности регионов / А.А. Агилбаева, Ж.С. Хусаинова // *Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Экономика*. — 2022. — № 2(106). — С. 159–170.
- Баймухамедов М.Ф. Цифровая трансформация предприятий в условиях цифровизации экономики / М.Ф. Баймухамедов, А.М. Баймухамедова, Г.С. Баймухамедова, М.С. Аймурзинов // *Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Экономика*. — 2021. — № 4(104). — С. 108–117.
- Бекжанов З.С. *Общий курс транспорта* / З.С. Бекжанов, А.Д. Монастырский. — Алматы: Железнодорожный транспорт, 2002.
- Бережной В.И. *Экономико-математические методы и модели в примерах и задачах* / В.И. Бережной, Е.В. Бережная. М.: Наука, 2001.
- Бурлина М.А. Решение логистических задач при помощи графов / М.А. Бурлина // *Вестн. ЦЭМИ РАН*. — 2019. — Т. 2(3).
- Бюллетень международных договоров РК. — 2000 // *Дипломатический курьер*. — Спецвып. № 2. — 2000. — Сент. — С. 171.
- Вакуленко С.П. Комплексный анализ эффективности использования современного подвижного состава при перевозках массовых грузов / С.П. Вакуленко, М.В. Роменская, К.А. Калинин, К.И. Шведин // *Вестн. Науч.-*

исслед. ин-та железнодорожного транспорта. — 2022. — Т. 81(2). — С. 9–16. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2022-81-2-170-178>

Сакало В.И. Контактные задачи железнодорожного транспорта / В.И. Сакало, В.С. Коссов. — М.: Машиностроение, 2004.

Толебаева А.Х. Совершенствование оперативного планирования перевозок собственных грузов предприятий мелкими отправлениями в городах / А.Х. Толебаева, Е.Е. Витвицкий // Вестн. СибАДИ. — Т. 15(1). — С. 77–87.

Хруцкий Е.А. Экономико-математические методы в планировании материально-технического снабжения / Е.А. Хруцкий. — М.: Экономика, 2002.

Шалыто А.А. Алгоритмизация и программирование задач логистического управления / А.А. Шалыто. СПб.: Наука, 2002.

Б.Т. Хайруллин¹, А.Л. Дерман²

^{1,2}*М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл, Қазақстан*

¹*Hairullinbeibyt@mail.ru, ²derman68@mail.ru*

¹<https://orcid.org/0009-0004-8563-2388>

²<https://orcid.org/0009-0006-8256-9963>

Астық тасымалдаудың экономикалық тиімділігін арттыру

Аңдатпа:

Мақсаты: Темір жол көлігімен астықты тасымалдаудың экономикалық тиімділігін арттыру мәселесін шешу. Бұл мәселені шешу математикалық талдау әдістерін қолдануды қамтиды.

Әдісі: Сызықтық бағдарламалаудың математикалық әдісі және салыстырмалы талдау қолданылды. Темір жол көлігімен жүк тасымалдауды ұйымдастырудың ағымдағы жай-күйіне талдау жасалды. Астықты жаппай тасымалдау кезінде темір жол көлігімен тасымалдау жұмыстарының шығындарына графикалық талдау жасалды.

Қорытынды: Жүктерді темір жол көлігімен тасымалдауда логистикалық мәселелерді шешу, бұл тасымалданатын жүктің құнымен салыстырылатын үлкен экономикалық тиімділікке мүмкіндік береді. Тапсырыс берушілерді есепке ала отырып, «Қазақстан темір жолы» ҰК» АҚ-ның тасымалдау бөлімі жасаған жоспар бойынша және математикалық әдісті, әлеуеттер әдісін пайдалана отырып, алынған жоспар бойынша астықты тасымалдауға жұмсалатын шығындарды салыстыру тасымалдау кезіндегі шығыстарды қаншалықты қысқартуға болатынын көрсетеді.

Тұжырымдама: Компьютерлік бағдарламаларды қолдана отырып, тасымалдау жоспарларын есептеудің ұсынылған әдістемесі тасымалдау құнын едәуір төмендетеді. Темір жол көлігін жаңғырту, вагон паркін жаналау, темір жолдардың жаңа тармақтарын, жүк операцияларын цифрландырумен жүк терминалдарын салу қажет. Тасымалдаудың онтайлы жоспарын есептеу әдістемесін жаппай жүктерді тасымалдауды жоспарлау кезінде қолдануға болады.

Кілт сөздер: көлік экономикасы, тасымалдау тиімділігі, астық тасымалы, темір жол тасымалы, математикалық жоспарлау әдістері, көліктік логистика, темір жол көлігінің экономикалық тиімділігі.

В.Т. Khairullin¹, A.L. Derman²

^{1,2}*Manash Kozybayev North Kazakhstan university, Petropavlovsk, Kazakhstan*

¹*Hairullinbeibyt@mail.ru, ²derman68@mail.ru*

¹<https://orcid.org/0009-0004-8563-2388>

²<https://orcid.org/0009-0006-8256-9963>

Improving the economic efficiency of grain transportation

Abstract

Object: solving the problem of increasing the economic efficiency of grain transportation by rail. The solution to this problem involves the use of mathematical methods of analysis.

Methods: mathematical method of linear programming. Comparative analysis. The analysis of the current state of the organization of transportation of mass cargo by rail was performed. A graphical analysis of the costs of transportation work of rail transport during mass transportation of grain was performed.

Findings: solutions to logistic problems in the transportation of goods by rail, which allow to obtain a huge economic effect comparable to the cost of the transported goods. Comparison of costs for the transportation of grain according to the plan compiled by the transportation department of Kazakhstan Temir Zholy taking into account custom-

ers and according to the plan obtained using the mathematical method, the potential method, shows how much it is possible to reduce costs during transportation.

Conclusions: The proposed method for calculating transportation plans using computer programs will significantly reduce the cost of transportation. Modernization of rail transport is necessary. The wagon fleet needs to be updated. New railway lines and cargo terminals with digitalization of cargo operations need to be built. The method for calculating the optimal transportation plan can be used when planning the transportation of bulk cargo.

Keywords: transport economics, transportation efficiency, grain transportation, rail transportation, mathematical planning methods, transport logistics, economic efficiency of rail transportation.

References

- (2000). Biulleten Mezhdunarodnykh dogovorov RK [Bulletin of International Treaties of the Republic of Kazakhstan]. *Diplomatičeskii kurer — Diplomatic courier*, 2, 171 [in Russian].
- Abzhapbarova, A. & Bihimova, G. (2022). Planirovanie i raspredelenie gruzovykh potokov v logističeskoj tsepi [Planning and distribution of cargo flows in the logistics chain]. *Vestnik Kazakhskogo Aviatsionno-Tekhnicheskogo kolledzha — The Bulletin of Kazakh Aviation Technical College*, 122(3), 120–126. DOI: 10.52167/1609-1817-2022-122-3-120-126 [in Russian].
- Agilbaeva, A. & Husainova, Zh.S. (2022). Innovatsii, tsifrovizatsiia i logistika kak faktory konkurentosposobnosti regionov [Innovation, digitalization and logistics as factors of regional competitiveness]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya Ekonomika — Bulletin of Karaganda University. Series Economy*, 2(106), 159–170. Doi: 10.31489/2022Ec2/160-170 [in Russian].
- Bajmuhamedov, M.F., Bajmuhamedova, & Ajmurzinov, M.S. (2022). Tsifrovaia transformatsiia predpriyatij v usloviyah cifrovizatsii ekonomiki [Digital transformation of enterprises in the context of digitalization of the economy]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya Ekonomika — Bulletin of Karaganda University. Series Economy*, 4(104), 108–117. Doi: 10.31489/2021Ec4/108-116 [in Russian].
- Bekzhanov, Z.S. & Monastyrskij, A.D. (2002). *Obshchii kurs transporta [General transport course]*. Almaty: Zheleznodorozhnyi transport [in Russian].
- Berezhnoj, V.I. & Berezhnaya, E.V. (2001). *Ekonomiko-matematičeskoe metody i modeli v primerakh i zadachakh [Economic and mathematical methods and models in examples and problems]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- Burilina, M.A. (2019). Reshenie logističeskikh zadach pri pomoshchi grafov. [Решение логистических задач при помощи графов]. *Vestnik tsentra ekonomičeskoi motivatsii Instituta ekonomiki Rossijskoj akademii nauk — Bulletin of the Center for Economic Motivation of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*, 2(3). Doi:10.33276/S265838870007441-8 [in Russian].
- Hruckij, E.A. (2002). *Ekonomiko-matematičeskije metody v planirovanii materialno-tekhničeskogo snabzheniia [Economic and mathematical methods in planning of material and technical supply]*. Moscow: Ekonomika [in Russian].
- Jalolova M., Sangirova U., & Kholmatova N. (2022). Economic efficiency of the transport system and logistics in the republic of Uzbekistan. *Transportation Research Procedia*, 1061–1066. Doi: 10.1016/j.trpro.2022.06.107.
- Nurgaliyeva A., Syzykova E., & Khishauyeva Z. (2020). The role of management accounting techniques in determining the relationship between purchasing and supplier management: A case study of retail firms in Kazakhstan. *Uncertain Supply Chain Management*, 8(1), 149–164. Doi:10.5267/j.uscm.2019.7.008.
- Orozonova A., Gapurbaeva S., Kydykov A., Prokopenko O., Prause G., & Lytvynenko S. (2022). Application of smart logistics technologies in the organization of multimodal cargo delivery. *Transportation Research Procedia*, 63, 1192–1198. Doi: 10.1016/j.trpro.2022.06.124
- Sakalo, V.I. & Kossov V.S. (2004). Kontaktnye zadachi zheleznodorozhnogo transporta. Moscow: Mashinostroenie [Contact tasks of railway transport. Moscow: Machine building] [in Russian].
- Shalyto, A.A. (2002). *Algoritimizatsiia i programmirovaniye zadach logističeskogo upravleniia [Algorithmization and programming of logistic tasks]*. Saint-Petersburg: Nauka [in Russian].
- Tolebaeva, A.H. & Vitvickii, E.E. Sovershenstvovanie operativnogo planirovaniia perevozok sobstvennykh gruzov predpriatii melkimi otpravkami v gorodakh [Improving operational planning of own cargo transportation of enterprises in small shipments in cities]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobilnogo i dorozhnogo instituta — Bulletin of the Siberian State Automobile and Road Institute*, 15(1), 77–87. Doi: 10.26518/2071-7296-2018-1-77–87 [in Russian].
- Vakulenko, S.P., Romenskaya, M.V., Kalinin, K.A., & Shvedin, K.I. (2022). Kompleksnyi analiz effektivnosti ispolzovaniia sovremennogo podvizhnogo sostava pri perevozkakh massovykh gruzov [Comprehensive analysis of the efficiency of using modern rolling stock in the transportation of bulk cargo]. *Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnogo transporta — Bulletin of the Research Institute of Railway Transport*, 81(2), 9–16. Doi: 10.21780/2223-9731-2022-81-2-170-178 [in Russian].