

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

ЗБІРНИК
наукових праць
Дніпровського
національного університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
«ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА
ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ»

Засновано в 2011 році

Випуск 20

Дніпро
2020

УДК 626.2

ББК 39.2

Д 54

ЗАСНОВНИК ТА ВИДАВЕЦЬ:
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

*Затверджено до друку рішенням вченої ради Дніпровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна від 02.11.2020 р., протокол № 3*

Збірник наукових праць «Транспортні системи та технології перевезень», наказом Міністерства освіти і науки України №409 від 17.03.2020 р. внесено до Категорії Б «Переліку наукових фахових видань України».

Редакційна колегія:

головний редактор – доктор технічних наук *В. І. Бобровський*;
відповідальний секретар – кандидат технічних наук *М. І. Березовий*.

Члени редакційної колегії:

доктори технічних наук *Т. В. Бутько, І. В. Жуковицький, Д. М. Козаченко, Д. В. Ломотько, Є. В. Нагорний, В. В. Скалозуб*, доктор фізико-математичних наук *В. І. Гаврилюк (Україна)*, доктор технічних наук *Маріанна Яцина (Польща)*.

Збірник наукових праць Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень». – Дніпро: Вид-во Дніпров. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2020. – Вип. 20. – 94 с.

ISSN 2222-419X

Д 54 В статтях висвітлені результати наукових досліджень, виконаних авторами в Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна та інших організаціях у сфері формування та забезпечення ефективної роботи складових елементів транспортного комплексу, розвитку його матеріально-технічної бази, удосконалення технологій експлуатаційної, вантажної та комерційної роботи транспорту.

Збірник становить інтерес для співробітників науково-дослідних організацій, наукових та науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів, магістрантів, студентів вищих навчальних закладів, інженерно-технічних працівників установ, організацій та підприємств транспортної галузі.

УДК 626.2

ББК 39.2

В статьях отражены результаты научных исследований, выполненных авторами в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна и других организациях в сфере формирования и обеспечения эффективной работы составных элементов транспортного комплекса, развития его материально-технической базы, усовершенствования технологии эксплуатационной, грузовой и коммерческой работы транспорта.

Сборник представляет интерес для работников научно-исследовательских организаций, научных и научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов, магистрантов, студентов высших учебных заведений, инженерно-технических работников организаций и предприятий транспортной отрасли.

UDK 626.2

Results of researches, which are made in the Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan and other organizations in the fields of formation and effective operation of the constituent elements of the transport sector, its material and technical base development, freight and commercial operation improvement are presented in the articles.

The collection is intended for the research organizations employees, research and educational personnel, as well as for the doctoral candidates, postgraduates and for the higher school students, engineering employees of organizations and enterprises of transport industry.

© Дніпров. нац. ун-т залізн.
трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2020

ЗМІСТ

В. И. БОБРОВСКИЙ, С. В. БОРЫЧЕВА (Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна), Ю. Н. ГЕРМАНИЮК (Львовский филиал Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)	
УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ОТЦЕПОВ НА СТРЕЛКАХ ГОРОК СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ	5
А. С. ДОРОШ, Є. Б. ДЕМЧЕНКО, Р. В. МАРКУЛЬ (Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна), Т. М. БЕРДИЧЕВСЬКА (Одеський фаховий коледж транспортних технологій)	
АНАЛІЗ РИЗИКІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ	12
Ю. В. ЗЕЛЕНЬКО, М. В. КАЛИМБЕТ, Д. В. ФЕСЕНКО , (Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)	
ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ	20
С. Г. БОРОВИК, А. Г. ШИБАЕВ (Одесский национальный морской университет)	
МЕТОД ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК В АНАЛИЗЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ	27
І. Я. СКОВРОН, А. С. ДОРОШ, Є. Б. ДЕМЧЕНКО, Т. В. БОЛВАНОВСЬКА, В. В. МАЛАШКІН (Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ЗБІРНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ	36
А. М. БЕРЕСТОВОЙ (Приазовский государственный технический университет), С. Г. ЗИНЧЕНКО (Мариупольский институт Межрегиональной академии управления персоналом), О. А. ХЛЕСТОВА (Приазовский государственный технический университет)	
ОЦЕНКА НА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОСНОВЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОРСКОГО ПОРТА.....	45
А. М. ОКороков, Р. В. ВЕРНИГОРА (Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна) А. І. КУЗЬМЕНКО (Університет митної справи та фінансів),	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТА РІЧКОВОГО ТРАНСПОРТУ НА ПОРТОВОМУ ТЕРМІНАЛІ МЕТОДАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	51
М. А. АРБУЗОВ (Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна), М. В. ФУРСОВ (СП «Придніпровський центр діагностики»)	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ФАКТОРУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІ... 60	

Д. М. КОЗАЧЕНКО, М. І БЕРЕЗОВИЙ, В. В. МАЛАШКІН (Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна), **А. Р. МІЛЯНИЧ** (Львівська філія Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ СТВОРЕННЯ В УКРАЇНІ КОМПАНІЙ-ОПЕРАТОРІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ..... 66

О. В. МУРАДЯН (Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

РОЗВИТОК ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ В УКРАЇНІ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ..... 74

Д. М. КОЗАЧЕНКО, В. В. МАЛАШКІН, М. І БЕРЕЗОВИЙ, (Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна), **О. Л. ІСКРА** (Одеський фаховий коледж транспортних технологій)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ТА ПРОВІЗНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ В УМОВАХ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБСЯГІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ СИРОВИНИ 86

УДК 656.212. 5

В. И. БОБРОВСКИЙ^{1*}, С. В. БОРЫЧЕВА^{2*}, Ю. Н. ГЕРМАНЮК^{3*}

^{1*} Каф. «Транспортные узлы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, г. Днепр, Украина, тел. +38 (068) 444 63 95, эл. почта: bvi1973@gmail.com, ORCID 0000-0001-8622-2920

^{2*} Каф. «Транспортные узлы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, г. Днепр, Украина, тел. +38 (056) 793-19-13, ел. почта svetikb81@gmail.com, ORCID 0000-0002-2064-6621

^{3*} Каф. «Транспортные технологии», Львовский филиал Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. И. Блажкевич, 12а, 79052, м. Львов, Украина, тел. +38 (032) 267-99-74, эл. почта hermanyuk@yandex.ua, ORCID 0000-0002-4905-8313

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ОТЦЕПОВ НА СТРЕЛКАХ ГОРОК СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Целью работы является улучшение условий разделения отцепов на стрелках горок средней мощности путем совершенствования конструкции их горочной горловины. **Методика.** Исследования конструкции горочной горловины были выполнены с использованием имитационного моделирования процесса скатывания расчетной группы отцепов на горке средней мощности, с помощью которого определяются оптимальные режимы торможения отцепов. **Результаты.** Установлено, что на сортировочных горках средней мощности в горочных горловинах с одной тормозной позицией на спускной части горки целесообразно выполнить удлинение стрелочной зоны, расположенной за тормозной позицией. Это позволит увеличить интервалы между отцепами на разделительных стрелках и за счет этого повысить качество интервального регулирования скорости отцепов при расформировании составов. **Научная новизна.** Впервые были установлены зависимости интервалов между отцепами на разделительных стрелках пучков путей горки от величины удлинения ее стрелочной зоны, расположенной за тормозной позицией на спускной части горки. **Практическая значимость.** Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования конструкции горок и повышения эффективности сортировочного процесса на горках средней мощности.

Ключевые слова: сортировочная горка; отцеп; разделительная стрелка; тормозная позиция

Введение

Одним из основных элементов сортировочных комплексов станций являются сортировочные горки, с помощью которых осуществляется расформирование составов грузовых поездов. Конструкция и техническое оснащение сортировочных горок существенно влияют на эффективность функционирования сортировочных комплексов станций. Выбор рациональной конструкции горки позволяет обеспечить необходимый уровень надежности процесса расформирования составов, а также уменьшить энергетические расходы на его реализацию.

Эффективность процесса расформирования составов существенно зависит от конструкции плана горочной горловины сортировочного парка. Выбор рациональной конструкции плана позволяет создать условия для повышения качества процесса расформирования составов, уменьшения его продолжительности, а также для сокращения энергетических расходов на его выполнение. В этой связи совершенствование конструкции плана горочной горловины является одним из основных направлений

исследования сортировочных горок, о чем свидетельствует достаточно большое количество опубликованных научных работ, посвященных решению указанной задачи [1-5].

Для улучшения конструкции плана путевого развития горочной горловины в настоящее время разработана методика оптимизации ее параметров [6,7], использование которой позволяет уменьшить длину горловины и за счет этого увеличить полезную длину путей сортировочного парка; кроме того, это дает возможность снизить эксплуатационные расходы на расформирование составов.

Важным показателем качества конструкции плана горочных горловин является надежность разделения отцепов расформируемого состава на разделительных стрелках. Для ее оценки чаще всего используется величина интервала между отцепами на стрелках при роспуске составов с горки [8, 9]. Величина указанного интервала существенно зависит от режимов торможения отцепов, скатывающихся с горки, определение которых является достаточно сложной задачей. Для эффективного решения данной

задачи в [10] выполнены детальные исследования влияния режимов торможения отцепов на качество сортировочного процесса на горках. Оптимизация процесса управления скатыванием отцепов может быть выполнена с использованием метода [11], который позволяет найти такие режимы торможения, при которых интервалы между отцепами в их смежных парах достигают максимального уровня. Это необходимо, так как вследствие возможных погрешностей реализации установленных режимов торможения отцепов может произойти уменьшение указанных интервалов, которое станет причиной неразделения отцепов на стрелках.

Исследования влияния конструкции плана горочной горловины сортировочного парка на величину интервалов между отцепами могут быть выполнены с использованием метода имитационного моделирования процесса скатывания отцепов с горки [12].

Сортировочные горки средней мощности могут быть оборудованы только одной тормозной позицией на спускной части горки. Это позволяет уменьшить капитальные затраты на их оборудование замедлителями, а также обеспечивает экономию энергоресурсов при расформировании составов. Горки такого типа достаточно широко используются на сортировочных станциях европейских государств. В этой связи в работе выполнен анализ конструкции сортировочной горки средней мощности с одной тормозной позицией на спускной части горки.

Цель

Целью исследований является улучшение условий разделения отцепов на стрелках горки средней мощности с одной тормозной позицией на ее спускной части в результате совершенствования конструкции плана ее горочной горловины. Указанное улучшение достигается за счет увеличения интервалов между отцепами на разделительных стрелках горки.

Методика

Условия разделения отцепов группы характеризуются величинами интервалов δt_1 и δt_2 между ними на стрелках, соответственно, σ_1 для первой пары и σ_2 для второй пары отцепов:

$$\delta t_1 = t_{01} + t_2^{\sigma_1} - \tau_1^{\sigma_1}, \quad (1)$$

$$\delta t_2 = t_{02} + t_3^{\sigma_2} - \tau_2^{\sigma_2}, \quad (2)$$

где t_{01} , t_{02} – начальные интервалы между отцепами, соответственно, 1-2 и 2-3 на вершине горки;

$\tau_1^{\sigma_1}$ – время скатывания 1-го отцепа от момента отрыва от состава до момента освобождения им изолированного участка стрелки σ_1 ;

$t_2^{\sigma_1}, \tau_2^{\sigma_2}$ – время скатывания 2-го отцепа от момента отрыва от состава, соответственно, до момента занятия им изолированного участка стрелки σ_1 и до момента освобождения им изолированного участка стрелки σ_2 .

$t_3^{\sigma_2}$ – время скатывания 3-го отцепа от момента отрыва от состава до момента занятия им изолированного участка стрелки σ_2 .

Наилучшими являются такие условия разделения отцепов группы, при которых меньший из двух интервалов δt_1 (1) и δt_2 (2) принимает максимальное значение; формально данное условие можно записать как [11]

$$\min\{\delta t_1, \delta t_2\} \Rightarrow \max$$

При этом в случае, когда диапазоны изменения интервалов δt_1 и δt_2 имеют общую область, решением данной задачи будет такой режим торможения отцепа ОХ, при котором $\delta t_1 = \delta t_2$. В остальных случаях принимается экстремальный режим торможения этого отцепа, при котором меньший из двух интервалов δt_1 , δt_2 достигает максимума. С помощью данного метода были выполнены исследования влияния конструкции горочной горловины на величину интервалов δt_1 , δt_2 между отцепами.

Результаты

Пользуясь указанным методом имитационного моделирования, были определены оптимальные режимы торможения среднего отцепа ОХ и максимальные интервалы между отцепами группы ОП-ОХ-ОП для всех возможных комбинаций разделительных стрелок в первой (стрелки 1-5) и во второй (стрелки 1-5) парах отцепов. Таким образом, для каждой из трех конструкций горочной горловины, которые отличаются величиной удлинения стрелочной зоны (0, 10, и 20 м), были получены значения максимальных интервалов δt (25 вариантов); указанные интервалы приведены в табл. 1 (без удлинения стрелочной зоны), табл. 2 (удлинение 10 м) и табл. 3 (удлинение 20 м). В данных таблицах в числителе указаны интервалы в первой паре отцепов группы ОП-ОХ, в знаменателе – во второй паре ОХ-ОП.

Для анализа полученных результатов все 25 комбинаций разделительных стрелок были

разделены на 4 варианта, отличающихся условиями разделения первой и второй пар отцепов.

Таблица 1

Максимальные интервалы между отцепами группы ОП-ОХ-ОП (горловина без удлинения стрелочной зоны)

Стрелка разделения 2-й пары отцепов	Стрелка разделения 1-й пары отцепов				
	1	2	3	4	5
1	3,78	3,19	1,77	6,73	6,72
	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72
2	3,78	3,19	1,77	8,70	8,71
	8,70	8,70	8,70	8,70	8,70
3	3,78	3,19	1,77	6,59	6,97
	5,52	5,52	5,52	6,57	6,98
4	3,78	3,19	1,62	4,05	4,29
	3,81	3,18	1,64	4,04	4,30
5	3,78	3,19	1,56	3,64	4,37
	3,77	3,2	1,56	3,67	4,36

Таблица 2

Максимальные интервалы между отцепами группы ОП-ОХ-ОП (удлинение стрелочной зоны 10м)

Стрелка разделения 2-й пары отцепов	Стрелка разделения 1-й пары отцепов				
	1	2	3	4	5
1	3,76	3,19	3,16	6,7	6,71
	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70
2	3,76	3,19	3,16	8,67	8,66
	8,66	8,66	8,66	8,66	8,66
3	3,76	3,19	3,16	5,98	6,20
	3,77	3,64	3,64	5,97	6,20
4	3,76	3,19	2,34	4,08	4,10
	3,75	3,21	2,34	4,06	4,10
5	3,76	3,19	2,22	3,80	4,43
	3,74	3,21	2,24	3,79	4,41

К *первому* варианту были отнесены группы отцепов, обе пары которых разделяются на стрелках, расположенных до тормозной позиции (4 группы, разделение отцепов на стрелках 1-1, 1-2, 2-1, 2-2). В этом варианте разделение отцепов осуществляется ещё до входа отцепов на тормозную позицию, и поэтому режим торможения не влияет на условия разделения и на интервалы между отцепами. Как показывает анализ результатов моделирования (табл. 1-3), в этом случае величина интервалов δt незначительно возрастает при удлинении стрелочной зоны. Исключением являются случаи, когда вторая пара отцепов разделяется на 2-й стрелке.

При этом интервалы δt незначительно уменьшаются при удлинении стрелочной зоны; однако в этих случаях величина интервалов δt существенно больше, чем в других, и потому это не приводит к существенному ухудшению условий разделения потока отцепов в целом при расформировании составов на горке. Зависимости величины интервалов δt от удлинения $L_{сз}$ стрелочной зоны для этого варианта приведены на рис. 1.

Таблица 3

Максимальные интервалы между отцепами группы ОП-ОХ-ОП (удлинение стрелочной зоны 20м)

Стрелка разделения 2-й пары отцепов	Стрелка разделения 1-й пары отцепов				
	1	2	3	4	5
1	3,88	3,44	5,44	6,77	6,76
	6,78	6,78	6,78	6,78	6,78
2	3,88	3,44	5,44	8,58	8,60
	8,59	8,59	8,59	8,59	8,59
3	3,88	3,44	4,23	5,65	5,73
	3,87	3,44	4,21	5,67	5,72
4	3,88	3,44	3,29	4,27	4,16
	3,88	3,46	3,29	4,28	4,15
5	3,88	3,44	3,18	4,12	4,62
	3,88	3,43	3,17	4,12	4,60

Ко *второму* варианту отнесены группы отцепов, первые пары которых разделяются на стрелках, расположенных до тормозной позиции, а вторые пары – на стрелках, расположенных после тормозной позиции (6 групп, разделение отцепов на стрелках 1-3, 1-4, 1-5, 2-3, 2-4, 2-5). В этом варианте первая пара отцепов разделяется ещё до входа второго отцепа ОХ на тормозную позицию, поэтому, когда он входит на неё, его разделение с первым отцепом уже состоялось. Это означает, что режим торможения второго отцепа не влияет на условия его разделения и на интервал δt_1 с первым отцепом. В этом случае для второго отцепа ОХ может быть реализован быстрый режим торможения, чтобы этот отцеп как можно быстрее освободил стрелку разделения с третьим отцепом. При этом интервал во второй паре отцепов будет максимальным и, соответственно, условия разделения будут наилучшими.

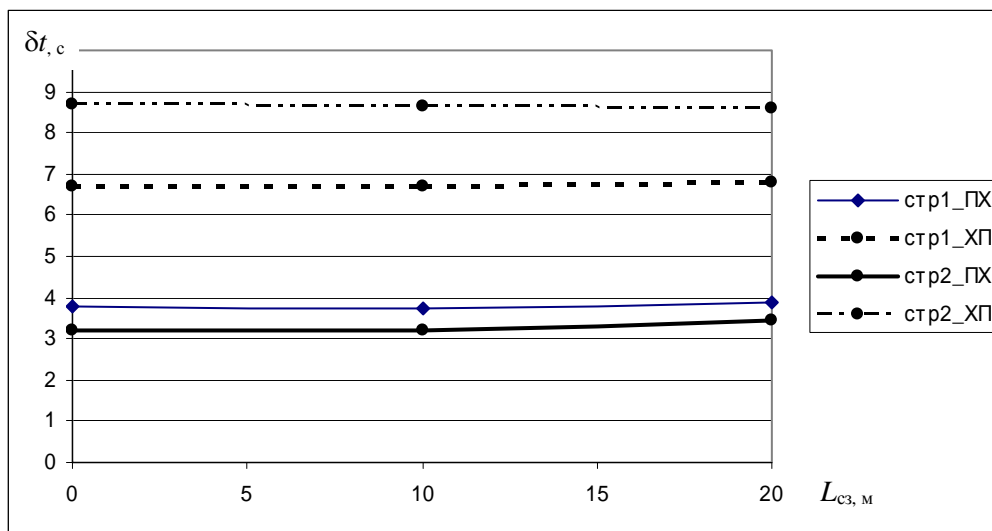


Рис. 1. Зависимости величины интервалов δt от удлинения $L_{сз}$ на головных стрелках 1 и 2 горловины

Таким образом, во втором варианте изменяется лишь зависимость $\delta t_2(L_{сз})$; зависимости $\delta t_1(L_{сз})$ при этом совпадают с соответствующими зависимостями в первом варианте (см. табл. 1-3).

К *третьему* варианту отнесены группы отцепов, первые пары которых разделяются на стрелках пучков путей, расположенных после тормозной позиции, а вторые пары – на головных стрелках, расположенных до тормозной позиции (6 групп, разделение отцепов на стрелках 3-1, 4-1, 5-1, 3-2, 4-2, 5-2). В этом варианте разделение второй пары отцепов завершается еще до входа второго отцепа ОХ на тормозную позицию, и потому для этого отцепа может быть реализован медленный режим с максимальным торможением, чтобы он с наибольшей задержкой занял стрелку разделения с первым отцепом ОП. Это не повлияет на условия разделения отцепа ОХ с третьим отцепом и одновременно обеспечит наилучшие условия его разделения с первым отцепом. При этом первая пара отцепов разделяется на 3-й стрелке, которая размещена непосредственно за тормозной позицией (при отсутствии удлинения стрелочной зоны). В этом случае второй отцеп ОХ входит на изолированный участок 3-й стрелки, еще находясь на тормозной позиции в режиме торможения; при этом процесс торможения может быть еще не завершен и необходимый для разделения отцепов интервал не обеспечен. В то же время необходимое в данном случае увеличение торможения отцепа ОХ может быть не допустимым из-за существующего ограничения минимальной скорости выхода отцепа из тормозной позиции. Это приводит к существенному уменьшению интервала δt_1 (см. табл. 1) и, соответственно, ухудшает

условия разделения отцепов. Поэтому в данном случае целесообразно удлинение стрелочной зоны, которое позволяет существенно увеличить интервал δt_1 и за счет этого повысить качество разделения отцепов.

Для подтверждения этого вывода на рис. 2 приведены графики времени скатывания отцепов группы ОП-ОХ-ОП при отсутствии удлинения стрелочной зоны (рис. 2, а) и при ее удлинении на 20 м (рис. 2, б).

Как видно, в первом случае в результате торможения отцепа ОХ интенсивность роста времени его движения увеличивается, но поскольку начало изолированного участка при этом находится непосредственно за тормозной позицией, то интервал на разделительной стрелке небольшой ($\delta t_1=1,77 с$) и не обеспечивает необходимую надёжность разделения отцепов (см. рис. 2, а). В то же время при удлинении стрелочной зоны $L_{сз}=20 м$ (см. рис. 2, б) интервал δt_1 существенно больше ($\delta t_1=5,44 с$, см. табл. 1 – 3). Таким образом, эти данные подтверждают целесообразность удлинения стрелочной зоны для повышения качества разделения отцепов на ее стрелках. Кроме того, при этом не требуется существенного ограничения скорости выхода отцепа ОХ из тормозной позиции ($U \geq 2,5 м/с$).

К *четвёртому* варианту отнесены группы отцепов, обе пары которых разделяются на стрелках, расположенных после тормозной позиции (9 групп, разделение на стрелках 3-3, 4-3, 5-3, 3-4, 4-4, 5-4, 3-5, 4-5, 5-5). В этом варианте обе пары отцепов разделяются на стрелках уже после торможения отцепа ОХ на тормозной позиции, и поэтому в этом варианте основное влияние на качество разделения отцепов имеет режим торможения этого отцепа.

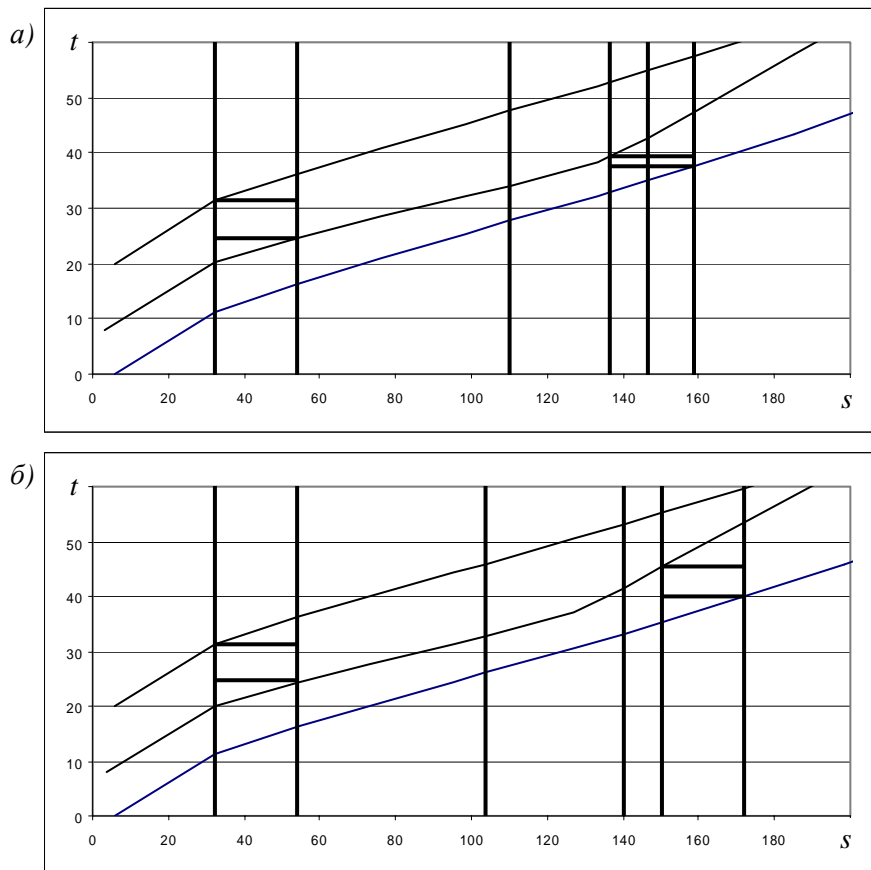


Рис. 2. Графики времени скатывания отцепов группы ОП-ОХ-ОП:
 а) удлинение стрелочной зоны L_{c3} отсутствует; б) удлинение стрелочной зоны $L_{c3} = 20\text{м}$

В этом варианте наименьшие интервалы между отцепами наблюдаются в случае, когда первая пара отцепов разделяется на 3-й стрелке, расположенной непосредственно за тормозной позицией (см. табл. 1-3). Однако при этом они существенно возрастают при увеличении удлинения стрелочной зоны L_{c3} (см. рис. 3).

При разделении отцепов на стрелках 4-4, 4-5, 5-5, интервалы между отцепами имеют значительно большую величину (см. табл. 1-3),

однако при этом они возрастают при увеличении длины стрелочной зоны L_{c3} несущественно (см. рис. 3).

И, наконец, при разделении отцепов на стрелках 4-3, 5-3, 5-4 интервалы δt даже уменьшаются при увеличении длины стрелочной зоны L_{c3} , но при этом их величина существенно большая, чем на других стрелках, и уменьшается она весьма незначительно (см. рис. 3).

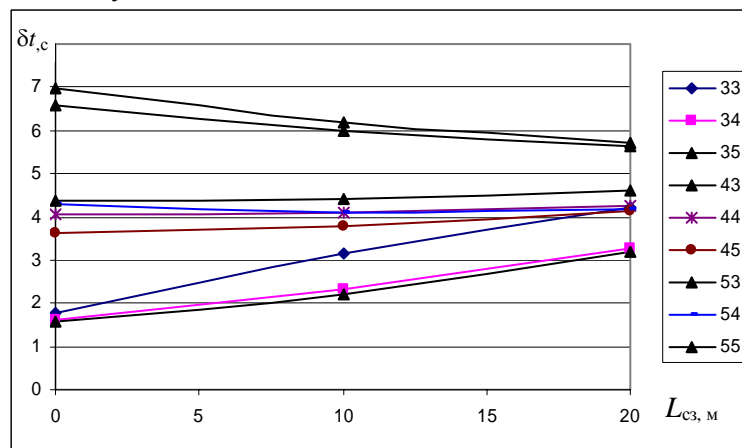


Рис. 3. Зависимости величины интервалов δt от удлинения L_{c3} на стрелках пучков путей

Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые выполнены исследования и установлено влияние удлинения стрелочной зоны, расположенной за тормозной позицией на спускной части горки, на величину интервалов между отцепами на разделительных стрелках пучков путей горки.

Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования конструкции горок и повышения эффективности сортировочного процесса на горках средней мощности с одной тормозной позицией на спускной части горки.

Выводы

В результате выполненных исследований установлено, что величины интервалов между отцепами расчетной группы из трех отцепов на разделительных стрелках существенно зависят от комбинации номеров стрелок в парах отцепов группы. При этом значения указанных интервалов являются наименьшими при разделении отцепов первой пары на первых стрелках пучков путей, расположенных непосредственно за тормозной позицией на спускной части горки. Это может стать причиной неразделения отцепов на стрелках при расформировании составов. Для всех остальных комбинаций номеров разделительных стрелок эти интервалы существенно больше. В этой связи был выполнен анализ возможных путей увеличения указанных интервалов, в результате которого было установлено, что наиболее существенный их рост наблюдается при увеличении расстояния между тормозной позицией и первой стрелкой пучка путей. Такое смещение пучков путей, кроме того, позволяет уменьшить величины углов поворота кривых на спускной части горки и за счет этого уменьшить расчетную высоту горки.

Таким образом, выполненные исследования конструкции плана горочной горловины позволяют сделать вывод о целесообразности удлинения ее стрелочной зоны, расположенной за тормозной позицией. Это дает возможность увеличить интервалы между отцепами на стрелках и за счет этого улучшить условия разделения отцепов. В целом результаты исследований свидетельствуют об эффективности сортировочных горок средней мощности с одной тормозной позицией на спускной части, использование которых позволяет повысить качество

интервального регулирования скорости отцепов и при этом уменьшить энергетические расходы на расформирование составов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Огар О. М. Напрямки удосконалення конструкцій гіркових горловин сортувальних пристроїв з позиції ресурсозбереження [Текст] / О. М. Огар, О. В. Розсоха // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 5/2 (29). – С. 45-49.
2. Огар О. М. Аналіз і особливості конструкції гіркових горловин вітчизняних сортувальних пристроїв [Текст] / О. М. Огар, О. В. Розсоха, С. М. Светличний // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – 2007. – Вип. 85. – С. 57-64.
3. Розсоха, О. В. Напрямки удосконалення конструкцій гіркових горловин сортувальних пристроїв з позиції ресурсозбереження [Текст] / О. В. Розсоха, О. М. Огар // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 5/2(29). – С. 54-58.
4. Пожидаев С.А., Филатов Е.А., Иванов Е. Н. Автоматизированное проектирование плана горочной горловины с учётом обеспечения безопасного взаимодействия длиннобазного подвижного состава // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Вип. 6 – Д.: ДНУЗТ, 2013. – С. 82-85.
5. Колесник, А. И. Оптимізація конструкції колійного розвитку сортувальних гірок малої потужності [Текст] / А. І. Колесник. // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Вип. 8 – Д.: ДНУЗТ, 2014. – С. 74-79.
6. Бобровский В.И., Колесник А.И., Дорош А.С. Совершенствование конструкции плана путевого развития горочных горловин [Текст] // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Вип. 1 – Д.: ДІТ, 2011.– С. 27-33.
7. Колесник А. І. Удосконалення конструкції плану горловин сортувальних гірок технічних станцій [Текст] // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Вип. 10 – Д.: ДНУЗТ, 2015. – С. 64-69.
8. Бобровский В.И. Исследование влияния режимов торможения отцепов на условия их разделения на стрелках [Текст] / В.И.Бобровский, Д.Н.Козаченко, Т.В. Болвановская // Залізничний транспорт України №3, 2011, С. 3-6.
9. Кудряшов А.В. Дослідження впливу різних факторів на величину інтервалів на розділових стрілках [Текст] / А. В. Кудряшов // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Вип. 5 – Д.: ДНУЗТ, 2013. – С. 37-40.

10. Козаченко Д. Н. Эффективные режимы гальмування відчепів на сортувальних гірках [Текст] / Д.Н.Козаченко // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Вип. 2 – Д.: ДНУЗТ, 2011. – С. 55-59.

11. Бобровский В. И. Оптимизация режимов торможения отцепов расчетной группы состава [Текст] / В.И. Бобровский, А.С. Дорош // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Вип. 1(43) – Д.: ДНУЗТ, 2013. – с. 104-112.

12. Бобровский В.И. Имитационное моделирование процесса расформирования

многруппных составов на двусторонней горке малой мощности [Текст] / В.И. Бобровский, И.Я. Скворон, А.С. Дорош, Е.Б. Демченко, В. В. Малашкин, Т.В. Болвановская // Транспортні системи та технології перевезень. – 2018. – №15. – С. 19-26. – doi: 10.15802/tstt2018/150194.

Поступила в редколлегию 15.09.2020

Принята к печати 30.09.2020

V. I. BOBROVSKYI, S. V. BORICHEVA, YU. M. HERMANIUK

ПОЛПШЕННЯ УМОВ РОЗДІЛЕННЯ ВІДЧЕПІВ НА СТІЛКАХ ГІРОК СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ

Метою роботи є поліпшення умов розділення відчепів на стрілках гірок середньої потужності в результаті вдосконалення конструкції їх гіркової горловини. **Методика.** Дослідження конструкції гіркової горловини були виконані на основі імітаційного моделювання процесу скочування розрахункової групи відчепів на гірці середньої потужності з використанням ітераційного методу оптимізації режимів гальмування відчепів. **Результати.** Встановлено, що на сортувальних гірках середньої потужності в гіркових горловинах з однією гальмівною позицією на спускній частині гірки доцільним є подовження стрілочної зони, розташованої за гальмівною позицією. Це дозволить збільшити інтервали між відчепами на розділових стрілках і за рахунок цього підвищити якість інтервального регулювання швидкості відчепів при розформування составів. **Наукова новизна.** Вперше були встановлені залежності інтервалів між відчепами на розділових стрілках пучків колій гірки від величини подовження її стрілочної зони, розташованої за гальмівною позицією на спускній частині гірки. **Практична значимість.** Отримані результати можуть бути використані для удосконалення конструкції гірок і підвищення ефективності сортувального процесу на гірках середньої потужності.

Ключові слова: сортувальна гірка; відцеп; розділова стрілка; гальмівна позиція

V. BOBROVSKY, S. BORYCHEVA, YU. HERMANYUK

IMPROVEMENT OF THE CONDITIONS OF SEPARATION OF CUTS ON THE HUMPS OF MIDDLE POWER SLIDES

The aim of the work is to improve the conditions for the separation of cuts on the switch of humps of medium power as a result of improving the design of their hump neck. **Methodology.** Studies of the design of the throat neck were carried out on the basis of a simulation of the rolling process of the calculated group of cuts on a hump of medium power using an iterative method of optimizing the braking modes of cuts. **Results.** It has been established that on medium-sized sorting hills in hump necks with one braking position on the downhill part of the hump, it is advisable to lengthen the switch zone located behind the braking position. This will increase the intervals between the cuts on the dividing switches and thereby improve the quality of the interval control of the speed of the cuts when the trains are disbanded. **Scientific novelty.** For the first time, the dependences of the intervals between the cuts on the dividing switches of the hillside bundles of the hump on the elongation of its switch zone located behind the brake position on the downhill of the hump were established. **Practical significance.** The results can be used to improve the design of humps and increase the efficiency of the sorting process on humps of medium power.

Keywords: sorting hump; cut; dividing switch; brake position

УДК 656.073

А. С. ДОРОШ^{1*}, Є. Б. ДЕМЧЕНКО^{2*}, Р. В. МАРКУЛЬ^{3*}, Т. М. БЕРДИЧЕВСЬКА^{4*}

^{1*}Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (066) 927 84 62, ел. пошта dorosh.andrii@gmail.com, ORCID 0000-0002-5393-0004

^{2*}Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (097) 799 16 75, ел. пошта: e.b.dmch@gmail.com, ORCID 0000-0003-1411-6744

^{3*}Каф. «Колія та колійне господарство», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (097) 344 76 10, ел. пошта: guarangamr@gmail.com, ORCID 0000-0002-7630-8963

^{4*}Одеський фаховий коледж транспортних технологій, пл. Олексіївська, 2, Одеса, Україна, 65005, тел. +38 (050) 318 40 75, ел. пошта: cbtm@ukr.net

АНАЛІЗ РИЗИКІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Робота виконана в рамках проекту «Кризи і ризик-інжиніринг транспортних послуг» за програмою Еразмус+. **Мета.** В сучасних умовах ключова роль в забезпеченні бізнес-процесів як в середині держави, так і при здійсненні зовнішньоекономічної діяльності належить транспортній галузі. Перевезення вантажів і пасажирів на відносно коротких відстанях є економічно привабливим для автомобільного транспорту, який за останні роки демонструє значний приріст обсягів перевезень. В той же час при виконанні автомобільних перевезень в міжнародному сполученні мають місце випадкові фактори та спричинені цим ризики, що не дозволяє з достатньою точністю оцінити вартість та тривалість такої доставки. Тому метою даної роботи є аналіз процесу міжнародної доставки вантажів автомобільним транспортом та ідентифікація ризиків і причин їх виникнення на кожному етапі перевезення. **Методика.** Для досягнення поставленої у роботі мети використані методи статистичного аналізу для визначення обсягів та структури зовнішньоекономічної діяльності в сфері надання транспортних послуг; методи системного аналізу, в тому числі *SWOT*-аналіз, для визначення характерних особливостей та ідентифікації ризиків на етапах здійснення міжнародної доставки вантажів автомобільним транспортом. **Результати.** Виконаний авторами аналіз обсягів зовнішньоекономічної діяльності України дозволив встановити, що Європейський Союз є основним її зовнішньоекономічним партнером, а перевезення 10 % товарів за обсягом та 38 % за вартістю між вказаними сторонами виконується саме автомобільним транспортом. Збільшення частки автомобільних перевезень в забезпеченні зовнішньої торгівлі з ЄС також підтверджується зростанням кількості перетинів вантажними автомобілями західної частини державного кордону України, особливо суміжною з Польщею ділянкою. З використанням *SWOT*-аналізу визначені сильні і слабкі сторони, а також ризики і можливості при наданні послуг міжнародної доставки вантажів автомобільним транспортом. **Наукова новизна.** Встановлено, що наявність великої кількості учасників процесу перевезення та можливі їх некомпетентні дії призводять до зростання кількості випадкових факторів та спричинених цим ризиків. Авторами виконано ідентифікацію транспортних ризиків та причин їх виникнення при здійсненні автомобільних перевезень вантажів в міжнародному сполученні. **Практична значимість.** Отримані результати можуть бути використані в процесі ризик-менеджменту для підвищення ефективності управління міжнародними вантажними перевезеннями автомобільним транспортом.

Ключові слова: ризик; міжнародні перевезення вантажів; транспортна логістика; митне оформлення

Ефективна робота транспортної галузі є одною з основних передумов сталого економічного розвитку України. Вітчизняні транспортні компанії та логістичні провайдери стали невід'ємною частиною не лише внутрішньодержавної комунікації, а все активніше беруть участь у забезпеченні зовнішньої торгівлі.

В теперішній час Європейський Союз є основним зовнішньоекономічним партнером України. Так, за даними [3] понад 42 % експорту та

37 % імпорту України припадає на торгівлю з країнами ЄС. При цьому близько 10% товарів за обсягом та 38% за вартістю перевозиться у вказаному міжнародному сполученні автомобільним транспортом. Як показав аналіз, спостерігається стійка тенденція до зростання кількості перетинів вантажними автомобілями західної частини державного кордону України, особливо суміжною з Польщею ділянкою (див. рис. 1).

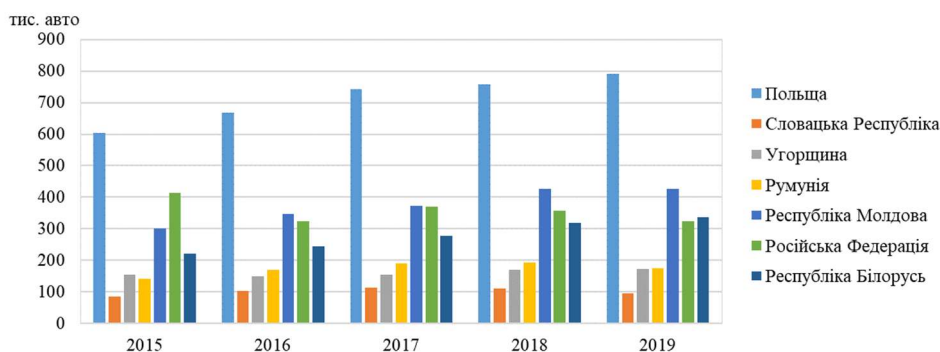


Рис. 1. Пропуск автомобільного вантажного транспорту через державний кордон України

Крім того, діяльність в сфері надання транспортних послуг є одним з істотних джерел наповнення державного бюджету країни. Подібно до міжнародної торгівлі товарами зовнішньоекономічна діяльність включає експорт-імпорт транспортних послуг – виконання перевезень на території іноземної держави, в т.ч. здача в оренду транспортних засобів та надання супутніх та до-

поміжних послуг. Як показав аналіз, в теперішній час відбувається поступове зростання обсягів міжнародної торгівлі транспортними послугами після значного падіння в 2014-2016 роках, що було спричинено політичною та економічною кризою в Україні (див. рис. 2). Слід зазначити, що значна частка в загальній структурі зовнішньої торгівлі припадає на послуги

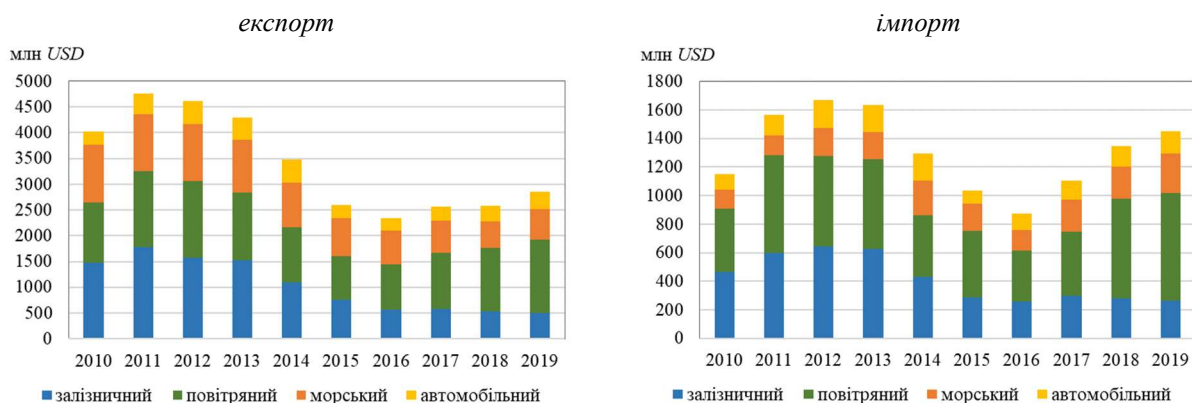


Рис. 2. Динаміка зовнішньої торгівлі транспортними послугами

залізничного та повітряного транспорту [9]. В той же час, якщо розглядати аналогічний розподіл в торгівлі з країнами ЄС, то частка залізничного транспорту в наданні вказаних послуг значно скорочується на користь автомобільних перевезень (див. рис. 3). Це пояснюється значними

технічними відмінностями між залізничними системами України і країн ЄС, що істотно ускладнює процес перевезень. Крім того, автомобільний транспорт на відносно коротких відстанях перевезень, якими характеризується доставка в ЄС, є більш економічно привабливим.

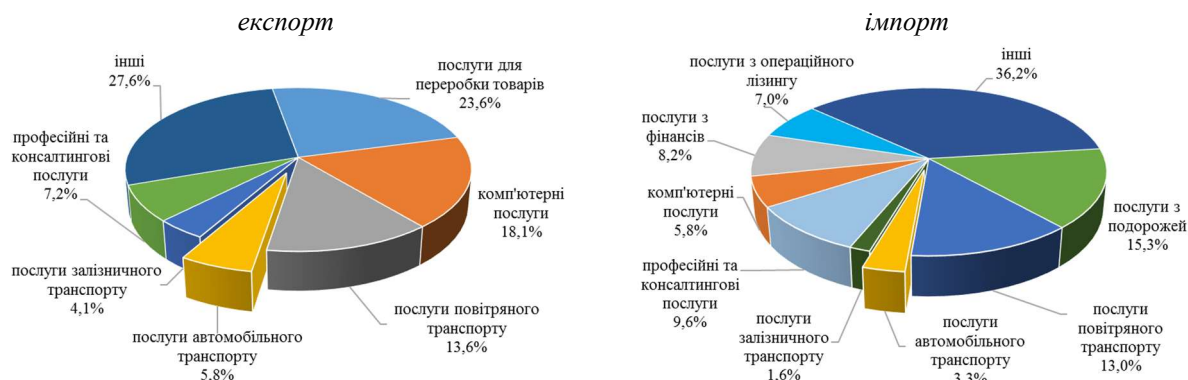


Рис. 3. Структура ринку зовнішньої торгівлі послугами з країнами ЄС

Перевезення вантажів автомобільним транспортом в міжнародному сполученні є достатньо складним логістичним процесом, який можна представити у вигляді багатоетапної технологічної схеми. Відомо, що реалізація кожного етапу вказаної схеми пов'язана з великою кількістю непередбачуваних обставин та випадкових факторів. Таким чином, в процесі міжнародного перевезення виникає низка ризиків, що додають невизначеності у розрахунку нормативної тривалості та вартості доставки вантажу [1]. При цьому з множини вказаних ризиків на рівні осіб, що здійснюють організацію перевезень, керу-

вання здійснюється головним чином по відношенню до транспортних ризиків, ідентифікація яких на різних етапах міжнародного перевезення приведена в даній статті.

Одним з методів ідентифікації ризиків є *SWOT*-аналіз, який передбачає виявлення сильних і слабких сторін, загроз і можливостей, а також встановлення зв'язків між ними для формування внутрішнього контролю та виявлення можливостей для розвитку рівня послуг, що надаються. *SWOT*-аналіз послуг міжнародної доставки вантажів автомобільним транспортом наведено в табл.1.

Таблиця 1

SWOT-аналіз послуг міжнародної доставки вантажів автомобільним транспортом

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ol style="list-style-type: none"> 1. Доступність послуги для широкого кола вантажовідправників 2. Висока швидкість доставки 3. Можливість організації унімодалного перевезення та доставки «до дверей» 4. Гнучкість маршруту перевезення 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технічний стан транспортних засобів 2. Обмежені габаритно-вагові параметри 3. Залежність від вимог законодавства інших країн 4. Високий рівень конкуренції 5. Недостатня пропускна спроможність прикордонних пунктів пропуску
Можливості	Загрози та ризики
<ol style="list-style-type: none"> 1. Підвищення рівня безпеки процесу перевезень 2. Розширення сфери додаткових суміжних послуг 3. Створення єдиної митної зони і прискорення доставки вантажу 4. Прискорення виконання митного та прикордонного контролю в міжнародних пунктах пропуску 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пошкодження, втрата або крадіжка вантажу (ДТП, дії третіх осіб) 2. Порушення термінів доставки 3. Відсутність дозволів для здійснення перевезень по території іноземних держав 4. Велика кількість учасників процесу перевезення та можливі їх некомпетентні дії 5. Політичні та економічні ризики

Розглянемо детально загрози та ризики на етапах перевезення. Узагальнена схема доставки вантажу автомобільним транспортом в міжнародному сполученні складається з наступних етапів:

- підготовка вантажу до перевезення;
- пошук та вибір підрядника для здійснення автомобільного перевезення;
- подача транспортного засобу (ТЗ) під завантаження;
- підготовка товаросупровідної та транспортної документації;
- завантаження, розміщення та закріплення вантажу в ТЗ;
- митне оформлення вантажу в країні відправлення (країна експорту);
- перевезення вантажу по території країни відправлення до пункту перетину кордону;
- проходження митного та прикордонного контролю;
- перевезення вантажу по території країни призначення (транзитних країн) до місця виконання митного очищення;

- перевезення вантажу до пункту призначення;
- розвантаження ТЗ.

Одним із перших етапів, де може виникнути транспортний ризик, слід вважати **підготовчу фазу перевезення**, під час якої виконується пакування і підготовка вантажу до перевезення. Законодавством України [7] встановлено рекомендації та вимоги до пакування та маркування вантажів при здійсненні автомобільних перевезень, тому на даному етапі важливим є сортування вантажу, а також вибір відповідної тари для його перевезення. Факторами ризику на цьому етапі можуть виступати відсутність або вибір невірної тари для вантажу, використання пошкодженої тари, недбале ставлення персоналу до пакування чи консолідування вантажів та ін. Так, дослідженнями [10] встановлено, що до 40% втрат швидкопсувної продукції сільськогосподарського призначення пов'язано з пакуванням в одну тару зрілих та хворих плодів. Можливими заходами зі скорочення величини ризиків на даному етапі є впровадження

системи попереднього контролю за пакуванням та розміщенням вантажів у тарі.

Безпосереднє транспортування вантажу може виконуватись власним автопарком вантажовідправника (вантажоотримувача) або із залученням сторонніх транспортно-експедиторських компаній (аутсорсинг), що викликає додатковий ризик, пов'язаний з **пошуком і вибором надійного та професійного підрядника**. Залучення некомпетентного перевізника може призвести до ряду негативних наслідків: від невиконання встановлених договором зобов'язань до псування чи втрати вантажу. Господарська діяльність, пов'язана зі здійсненням міжнародних автомобільних вантажних перевезень вимагає обов'язкового ліцензування [8], яке має на меті унеможливити допуск до ринку вантажних перевезень ненадійних перевізників. В той же час, як показало дослідження [6], кількість судових справ в сфері транспортно-експедиторської діяльності за останні кілька років неухильно зростає.

Сьогодні в Україні одним із джерел, де можна знайти інформацію про рейтинг та бекграунд діяльності транспортної компанії, є всеукраїнські онлайн біржі транспортних послуг: Ларді-Транс, Делла та інші. Крім того, наразі функціонує значна кількість відкритих державних реєстрів, які додатково дозволяють перевірити статус підрядника, наявність у нього податкового боргу, судових справ, інформацію про ТЗ та водіїв. Зменшення ризиків на цьому етапі можливе за рахунок впровадження процедур ризик-менеджменту на підприємстві, що залучає аутсорсингові компанії для здійснення перевезення вантажу.

Вимоги щодо термінів та місця подачі ТЗ на завантаження, як правило, узгоджуються в заявці, що є невід'ємною частиною договору транспортно-експедиторського обслуговування, а їх порушення передбачає штрафні санкції. Як показує аналіз, на цьому етапі доволі часто виникає **ризик несвоєчасної подачі автомобіля під завантаження** або взагалі відмови від завантаження. Причинами такого ризику можуть бути затримки автомобіля на попередньому місці розвантаження, затори або ремонтні роботи на транспортних шляхах на під'їзді до місця завантаження, безвідповідальність водія, форс-мажорні обставини та ін. Очевидно, що ступінь ризику на цьому етапі значною мірою залежить від рівня надійності підрядника, якого обрано на попередньому етапі.

Автомобільне перевезення вантажу в міжнародному сполученні передбачає підготовку пакету товаросупровідної та транспортної документації – накладна *CMR*, пакувальний лист

(*Packing list*), рахунок-фактура (*Invoice*), вантажна митна декларація, сертифікат походження товару (*Certificate of Origin*), експортна декларація (*EX-1*), санітарні сертифікати та ін. **Ризик наявності помилок, неточностей або відсутності необхідних даних в товарно-транспортній документації** може викликати значні затримки перевезення, особливо при перетині державного кордону, або взагалі поставити під сумнів його здійснення.

Після подачі автомобіля на місце завантаження виконується його прийом та огляд, перевірка на відповідність вимогам замовника та, при необхідності, проводиться зважування. На цьому етапі мають місце **ризик, пов'язані з невідповідністю ТЗ вимогам замовника**, наприклад, недостатні внутрішні розміри напівпричепа, відсутність пломбувального тросу, пошкодження тенту, технічна несправність рефрижераторної установки та ін.

Виконання навантажувально-розвантажувальних операцій регламентується частиною 8 Правил перевезення вантажів автомобільним транспортом України [7], а вимоги до розміщення та закріплення вантажів в ТЗ – європейськими стандартами EN 12195-1, EN 12195-2, EN 12195-3, EN 12195-4, EN 12195:2010, EN 12640. Основним джерелом **ризиків при вантажних операціях** є технічні засоби та обладнання для здійснення вантажних операцій, а також відповідальність та пильність персоналу, що їх здійснюють. Окремо слід відзначити **ризик, що пов'язані з діями або бездіяльністю водія автомобіля**. Аналіз існуючої практики показав, що достатньо часто мають місце випадки нестачі або пошкодження вантажу через невиконання водіями своїх прямих обов'язків. Так, законодавством України встановлено, що водій несе відповідальність за розміщення та кріплення вантажу в межах ТЗ, а також зобов'язаний контролювати процес завантаження-розвантаження автомобіля.

Обов'язковим етапом міжнародних автомобільних перевезень є здійснення митного оформлення вантажів. Процедури митного оформлення вантажів можуть виконуватись як на території міжнародних автомобільних пунктів пропуску, так і на митних терміналах (постах) регіональних митниць. В залежності від вантажу та митного режиму, під який планується його помістити, до митниці попередньо надається митна декларація та встановлений національним законодавством пакет документів для декларування. Під час перевірки поданих декларантом докуме-

нтів митна служба застосовує метод аналізу ризиків для визначення товарів, у тому числі транспортних засобів, що підлягають перевірці, та ступеня такої перевірки. Саме на цьому етапі виникають **ризиків затримки автомобіля з причини виконання митних формальностей**. Збільшення тривалості митного оформлення може бути пов'язано з неправильним оформленням митних документів; невірним нарахуванням митних зборів та платежів; відсутністю документів, необхідних для здійснення нетарифного регулювання; оглядом працівником митниці транспортного засобу з метою порівняння заявленої в документах маси та кількості вантажних місць з фактичною. Джерелом таких ризиків при цьому є некомпетентні дії декларанта або брокера при здійсненні митного оформлення вантажів. Митне оформлення вважається завершеним після накладання на транспортний засіб з вантажем митного забезпечення (пломби) та проставлення в товаросупровідних і транспортних документах відмітки «Під митним контролем», після чого розпочинається міжнародне перевезення.

Процес перевезення, що здійснюється як територією України, так і територією країни призначення чи інших третіх (транзитних) країн є найбільш тривалий етапом міжнародної доставки вантажу. **Ризики в процесі перевезення** можуть наступати за таких причин: дорожньо-транспортні пригоди, що можуть призвести до пошкодження, часткової або повної втрати вантажу; протиправні дії третіх осіб, що призвели до викрадення вантажу під час перевезення; невиконання термінів доставки вантажу внаслідок форс-мажорних обставин або дорожніх умов. Факторами ризику в такому випадку можуть виступати несприятливі погодні умови; небезпечні дорожні умови та нестабільне становище в регіонах, через які проходить маршрут перевезення (перевезення по тимчасово окупованій території України); несправність окремих технічних систем та вузлів ТЗ; відсутність або незначний досвід водія за певним маршрутом чи місцевістю перевезення; недостатня інформованість водія про особливості вантажу та умови його перевезення (дотримання вимог температурного режиму, неможливість затримки доставки).

Крім того, під час автомобільного перевезення мають місце зупинки, що пов'язані із харчуванням, задоволенням природних потреб водія, чи регламентованим, відповідно до вимог ЄСТР [2], відпочинком водія в дорозі. Відповідно до міжнародних вимог та рекомендацій, тривала зупинка чи стоянка ТЗ з вантажем має відбуватись на сертифікованих TIR-паркінгах,

обладнаних засобами відеоспостереження та наявним штатом працівників охорони.

Підсумовуючи даний етап перевезення слід зазначити, що згідно міжнародного та національного законодавства відповідальність за збереження вантажу з моменту прийняття його до перевезення та до видачі одержувачу лежить саме на перевізнику, якщо останній не доведе, що втрата, нестача, псування або пошкодження вантажу сталися внаслідок обставин, яким перевізник не міг запобігти та усунення яких від нього не залежало.

Експорт та імпорт вантажів автомобільним транспортом через митний кордон України відповідно до [4] здійснюється у відповідних пунктах пропуску, перелік яких встановлено Кабінетом Міністрів України. Наразі на державному кордоні існує 100 міжнародних автомобільних пунктів пропуску (МАПП), але лише 28 з них можуть обслуговувати вантажний потік у сполученні з такими країнами: Польща – 4, Угорщина – 1, Словачька Республіка – 1, Румунія – 2, Республіка Молдова – 8, Російська Федерація – 5, Республіка Білорусь – 7. Під час перетину державного кордону в пунктах пропуску виконується ряд, встановлених національним законодавством [5], контролів:

- контроль служби міжнародних автомобільних перевезень (СМАП);
- ветеринарно-санітарний, фітосанітарний, екологічний, радіологічний контролю;
- митний контроль;
- прикордонний контроль.

Загальний час знаходження автомобіля в МАПП залежить від тривалості виконання вказаних процедур, яка ніяким чином не регламентована, але встановлено, що граничний строк перебування товарів, транспортних засобів у пунктах пропуску не може перевищувати 5 днів з моменту прибуття у пункт пропуску для здійснення митних процедур [5]. Крім того існує ще цілий ряд факторів через які можуть виникнути додаткові непрогнозовані простой в пункті пропуску. Так, при експорті з України мають місце випадки затримки з метою додаткового огляду ТЗ працівниками митниці, у зв'язку з рекомендаціями від інформаційної системи АСАУР [11]. При імпорті товарів додаткові затримки в можуть виникати з причини відсутності попереднього повідомлення про вантаж і ТЗ в інформаційній базі митниці пункту. Наявність цих та інших випадкових факторів дає підстави вважати, що тривалість знаходження в пункті пропуску є випадковою величиною, а отже існують **ризиків**

затримки автомобіля з вантажем на державному кордоні України.

Величина ризику в даному випадку характеризується математичним очікуванням і середньоквадратичним відхиленням тривалості затримок. Для визначення вказаних статистичних характеристик в роботі виконаний аналіз довжини черг на українських прикордонних пунктах переходу з Польщею, Словаччиною, Угорщиною і Румунією по днях 2019 року. Як показав аналіз, спостерігаються суттєві коливання довжини черги в очікуванні проходження кордону. Так, на переході Ягодин-Дорохуськ середня кількість автомобілів в черзі склала 178,35 авт.; при цьому середньоквадратичне відхилення склало 156,98 авт. ($\pm 88\%$). Найбільша довжина черги на даному прикордонному переході спостерігалася в грудні-січні і досягала 800 авт./добу, а час очікування в черзі перевищував 30 год.

Завершальним етапом процесу міжнародного перевезення є митне очищення, розвантаження ТЗ в місці призначення та приймання вантажу отримувачем. На цьому кроці виконуються митні формальності, аналогічні митним процедурам в країні відправлення, передача товаросупровідних та транспортних документів, перевірка кількості вантажних місць та маси вантажу, огляд вантажу на ознаки пошкодження, розвантаження транспортного засобу. Під час цих операцій можуть мати місце **ризик виявлення нестачі або пошкодження вантажу**, внаслідок неухважності водія або недобросовісних намірів персоналу отримувача при розвантаженні вантажу; технічна несправність вагівого та іншого обладнання для розвантаження; недобросовісні наміри працівників, що виконують розвантаження вантажу.

Таким чином, як показав аналіз, транспортні послуги в міжнародному сполученні є однією з важливих складових економічного розвитку. Від ефективності організації міжнародних перевезень залежить не тільки економічний результат функціонування окремої транспортної компанії, а й показники зовнішньоекономічної діяльності галузей та країни в цілому.

Дослідженнями статистичних даних встановлено, що основним торговельним партнером України в теперішній час є Європейський Союз. При цьому значна кількість вантажних перевезень між вказаними сторонами виконується автомобільним транспортом, який забезпечує привабливу за ціною унімодальну доставку «від дверей до дверей» у відносно короткі терміни. В

той же час, як показав аналіз, організація міжнародного перевезення автомобільним транспортом пов'язана з великою кількістю випадкових факторів та спричинених цим ризиків, що не дозволяє з достатньою точністю оцінити вартість та тривалість такої доставки. Для вирішення вказаної проблеми в роботі виконана ідентифікація ризиків на кожному етапі міжнародного перевезення. Отримані результати можуть бути використані в процесі ризик-менеджменту для підвищення ефективності управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Дорош, А. С. Транспортні ризики при виконанні автомобільних вантажних перевезень / А. С. Дорош, Є. Б. Демченко / Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: Тези 79 Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 16-17 травня 2019 р.) – Д.: ДНУЗТ, 2019. – С. 445-446.
2. Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР). – Режим доступу: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2010/sc1/ECE-TRANS-SC1-2010-AETR-ru.pdf>.
3. Зовнішня торгівля послугами: експрес-випуск Державної служби статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/express/expr2020/02/16.pdf>.
4. Митний кодекс України [Електронний ресурс]: закон України [прийнято Верховною Радою 13.03.2012 № 4495-VI]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/4495-17>.
5. Питання пропуску через державний кордон осіб, автомобільних, водних, залізничних та повітряних транспортних засобів перевізників і товарів, що переміщуються ними: Постанова Кабінету Міністрів України від 21.05.2012 № 451. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/451-2012-%D0%BF#Text>.
6. Погрібняк, О. М. Сучасні умови та особливості правового регулювання перевезень вантажів автомобільним транспортом України / О. М. Погрібняк, А. С. Дорош, Є. Б. Демченко // Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпров. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2018. – Вип. 16. – С. 83–92. – DOI: 10.15802/tstt2018/164070.
7. Про затвердження Правил перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні: Наказ Мінітрансу України від 14.10.1997 № 363. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98>
8. Про ліцензування видів господарської діяльності: Закон України від 02.03.2015 № 222-VIII.

– Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/222-19#Text>

9. Співробітництво між Україною та країнами ЄС у 2019 році: статистичний збірник. - Державна служба статистики України. – Київ, 2020. – 60 с.

10. Троицкая, Н. А. Транспортно-технологические схемы перевозок отдельных видов грузов : учебное пособие [Текст] / Н. А. Троицкая, М. В. Шилимов. – М.: КРОНУС, 2010. – 232 с.

11. Управління ризиками в митній справі: зарубіжний досвід та вітчизняна практика:

монографія; за заг. ред. І.Г. Бережнюка. – Хмельницький. : ПП. Мельник А.А., 2014. – 288 с.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Огарем О. М. (Україна)

Надійшла до редколегії 06.10.2020

Прийнята до друку 20.10.2020

А. С. ДОРОШ, Е. Б. ДЕМЧЕНКО, Р. В. МАРКУЛЬ, Т. М. БЕРДИЧЕВСКАЯ

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

Работа выполнена в рамках проекта «Кризисы и риск-инжиниринг транспортных услуг» по программе Эразмус +. **Цель.** В современных условиях ключевая роль в обеспечении бизнес-процессов как внутри государства, так и при осуществлении внешнеэкономической деятельности принадлежит транспортной отрасли. Перевозка грузов и пассажиров на относительно коротких расстояниях экономически привлекательна для автомобильного транспорта, который за последние годы демонстрирует значительный прирост объемов перевозок. В то же время при выполнении автомобильных перевозок в международном сообщении имеют место случайные факторы и вызванные этим риски, что не позволяет с достаточной точностью оценить стоимость и продолжительность такой доставки. Поэтому целью данной работы является анализ процесса международной доставки грузов автомобильным транспортом и идентификация рисков и причин их возникновения на каждом этапе перевозки. **Методика.** Для достижения поставленной в работе цели использованы методы статистического анализа для определения объемов и структуры внешнеэкономической деятельности в сфере предоставления транспортных услуг; методы системного анализа, в том числе SWOT-анализ, для определения характерных особенностей и идентификации рисков на этапах осуществления международной доставки грузов автомобильным транспортом. **Результаты.** Выполненный авторами анализ объемов внешнеэкономической деятельности Украины позволил установить, что Европейский Союз является основным её внешнеэкономическим партнером, а перевозка 10% товаров по объему и 38% по стоимости между указанными сторонами выполняется именно автомобильным транспортом. Увеличение доли автомобильных перевозок в обеспечении внешней торговли с ЕС также подтверждается ростом количества пересечений грузовыми автомобилями западной части государственной границы Украины, особенно смежного с Польшей участка. С использованием SWOT-анализа определены сильные и слабые стороны, а также риски и возможности при оказании услуг международной доставки грузов автомобильным транспортом. **Научная новизна.** Установлено, что наличие большого количества участников процесса перевозки и возможные их некомпетентные действия приводят к росту количества случайных факторов и вызванных этим рисков. Авторами выполнена идентификация транспортных рисков и причин их возникновения при осуществлении автомобильных перевозок грузов в международном сообщении. **Практическая значимость.** Полученные результаты могут быть использованы в процессе риск-менеджмента для повышения эффективности управления международными грузоперевозками автомобильным транспортом.

Ключевые слова: риск; международные перевозки грузов; транспортная логистика; таможенное оформление

A. DOROSH, Y. DEMCHENKO, R. MARKUL, T. BERDYCHEVSKA

ANALYSIS OF RISKS OF INTERNATIONAL ROAD CARGO TRANSPORTATION

The work was performed as part of the Crisis and Risks Engineering for Transport Services project of Erasmus+ program. **Purpose.** Nowadays the key role in ensuring business processes both within the state and in the performing of foreign economic activity belongs to the transport industry. Carriage of goods and passengers over relatively short distances is economically attractive for road transport, which has shown a significant increase of traffic volumes in recent years. At the same time, there are random factors and the resulting risks during international road transportation, which does not allow us to estimate the cost and duration of such delivery with sufficient accuracy. Therefore, the

purpose of this work is to analyze the process of international cargo delivery by road and identify risks and reasons for their occurrence at each stage of transportation. **Methodology.** To achieve the goal of the work, the methods of statistical analysis were used to determine the volume and structure of foreign economic activity in the provision of transport services; methods of system analysis, including SWOT analysis, to determine the characteristic features and identify risks at the stages of international cargo transportation by road. **Results.** The analysis of the volume of foreign economic activity of Ukraine made it possible to establish that the European Union (EU) is its main foreign economic partner, and the transportation of 10% of goods by volume and 38% by value between that countries is carried out by road. Increasing the road transport part in foreign trade providing with the EU is also confirmed by the increase in the trucks number that crossing the western part of the Ukraine state border, especially the section adjacent to Poland. Using SWOT-analysis, the strengths and weaknesses, as well as risks and opportunities of international transportation of goods by road, are identified. **Scientific novelty.** It was found that the presence of a large number of participants in the transportation process and their possible incompetent actions lead to an increase in the number of random factors and the resulting risks. The authors identified transport risks and the reasons for their occurrence in the international road transportation. **Practical significance.** The obtained results can be used in the process of risk management to increase the efficiency of management of international cargo transportation by road.

Keywords: risk; international cargo transportation; transport logistics; customs clearance

УДК 504.5:656.225.073.436

Ю. В. ЗЕЛЕНЬКО^{1*}, М. В. КАЛИМБЕТ^{2*}, Д. В. ФЕСЕНКО^{3*}

^{1*}Каф. «Хімія та інженерна екологія», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (067) 774 04 64, ел. пошта j.v.zelenko@gmail.com, ORCID 0000-0001-5551-0305

^{2*}Каф. «Хімія та інженерна екологія», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (093) 431 19 69, ел. пошта kalimbet.nicolay@gmail.com

^{3*} Каф. «Хімія та інженерна екологія», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (073) 176 90 02, ел. пошта darya.fesenko1998@gmail.com

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

У статті розглядаються проблеми під час перевезення небезпечних вантажів та під час ліквідації аварійних наслідків. Запропоновані заходи по вирішенню цих проблем. **Мета** дослідження – удосконалення процедури перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом та ліквідаційних заходів, а також зменшення часових витрат на ліквідацію аварійних наслідків при перевезенні небезпечних вантажів залізничним транспортом. **Методика.** В цій статті детально описується запропоновані авторами пропозиції щодо вдосконалення процедури перевезення небезпечних вантажів, та ліквідаційних заходів в правовому полі, шляхом перегляду повноважень співробітників, а також шляхом розробки та використання універсального сорбенту з композитних матеріалів. Авторами пропонується розробка універсального сорбенту та впровадження його на залізничному транспорті. **Наукова новизна** полягає у створенні універсального сорбенту, який матиме змогу, як одного з ліквідаційних заходів при аварійних ситуаціях під час перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом. **Практична значимість.** В Україні, на залізничному транспорті є сорбенти для ліквідації аварій, їх дуже багато, але один сорбент можна використовувати тільки для ліквідації конкретного класу небезпеки, а наш універсальний сорбент, можна буде використати для ліквідації декількох класів небезпечних вантажів. Автори пропонують його прикріпити до поїзда, що дасть змогу зразу приступити до локалізації розливу до прибуття аварійно-відновного поїзда, та таким чином зменшить дорожочинний час на ліквідаційні заходи. Також розширення повноважень деяких підрозділів дозволить зменшити кількість аварійних ситуацій, та наслідки під час локалізації та ліквідації аварій при перевезенні небезпечних вантажів.

Ключові слова: екологічні технології; небезпечні вантажі; локалізація аварій; спеціальне навчання; універсальний сорбент; аварійно-відновні поїзди

Вступ

В даний час в багатьох країнах світу, в тому числі державах Євросоюзу та Україні, зростає розуміння важливості вирішення глобальних проблем транспортних комплексів. Це, перш за все, пов'язано з вимогами підвищення безпеки та ефективності перевезень, з ростом мобільності суспільства, необхідністю зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище та інших.

Вплив об'єктів залізничного транспорту на природу [1] обумовлено будівництвом доріг, виробничо – господарською діяльністю підприємств, експлуатацією залізниць і рухомого складу, спалюванням великої кількості палива застосуванням пестицидів на лісових смугах і ін.

Забруднення від об'єктів залізничного транспорту [2] накладаються на фонові показники забруднень від господарсько-

побутової, культурної та виробничої діяльності суспільства. Часто в районах станцій і вузлів залізничних магістралей фонові забруднення перевищують допустимі норми. Забруднення навколишнього природного середовища залежить від інтенсивності будівництва і функціонування об'єктів залізничного транспорту.

Значна кількість вантажів, перевезених залізничним транспортом, висока вантажонапруженість окремих ділянок, викликане поглибленням спеціалізації виробництв, природна тенденція до збільшення швидкостей руху, нестача засобів для придбання та своєчасного капітального ремонту рухомого складу у країнах з перехідною економікою та ряд інших причин обумовлюють неможливість повного виключення транспортних аварій з екологічно небезпечними вантажами.

Мета

Метою дослідження є розробка заходів та раціонального підходу до ліквідації наслідків аварій при перевезенні небезпечних вантажів.

Виклад основного матеріалу

Залізничний транспорт, зокрема його рухомий склад, справляє негативний вплив на всі ланки біосфери.

Особливої уваги з точки зору екологічної безпеки викликає перевезення небезпечних вантажів. Українськими залізницями перевозяться близько 98000 небезпечних вантажів, широкого спектру найменувань, які при порушенні умов перевезення і виникненні аварійних ситуацій можуть викликати різні види небезпеки: пожежо- та вибухонебезпечність, токсичну, радіаційну, інфекційну і корозійну.

Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України за період, з 2009-2019 роки, показує, що на «катастрофи» припадає 2% від загальної кількості транспортних подій, «серйозні інциденти» виникали у 14% випадках, а на «інциденти» припадає 84% транспортних подій.

Все це пов'язано з недостатньою кваліфікацією персоналу та незадовільною забезпеченістю матеріально-технічної бази АТ «Укрзалізниця» ліквідаційними засобами. Так, згідно статистичної звітності за останні 5 років [3], кількість персоналу, що проходить спеціальне навчання з питань перевезення небезпечних вантажів відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 31.10.2007 № 1285 «Про затвердження Порядку проведення спеціального навчання працівників суб'єктів перевезення небезпечних вантажів» [4] збільшилась майже в 2 разі. Приблизно 58% робітників, 26% фахівців та 16% керівників підприємств пройшли спеціальне навчання та мають відповідні сертифікати. Так тенденція проходження працівниками залізниці спеціального навчання збільшується, але питання стосовно призначення на посади не кваліфікованого персоналу все ще залишається актуальним. Майже кожен другий працівник, що займає конкретну посаду на підприємстві, не має відповідної освіти.

На думку авторів потрібно проводити спеціальне навчання для всіх посад, що задіяні в процедурах поводження з небезпечними вантажами. Крім того, подібні перевезення повинні супроводжуватись спеціально навченою людиною, яка має 2 сертифікати: 1-й сертифікат, що дозволяє займатись

перевезенням небезпечних вантажів, а 2-й сертифікат – дозволяє брати участь у ліквідаційних заходах наслідків аварій. Це, в цілому, підвищить безпеку перевізного процесу та зменшить кількість аварій.

Процедура проведення спеціального навчання повинна постійно контролюватись саме АТ «Укрзалізниця», як оператором інфраструктури, що надає свої колії для руху поїздів, локомотиви, вагони, і т.п. Так вони зможуть контролювати всіх операторів, що займаються у сфері перевезення небезпечних вантажів.

Для проведення спеціального навчання АТ «Укрзалізниця» звертається, до спеціально уповноважених органів та центрів, які мають відповідних спеціалістів, ліцензії та свідоцтва Мінінфраструктури.

При цьому основний акцент має ставитись на постійну співпрацю АТ «Укрзалізниця» та відповідного Центру, що проводить спеціальне навчання з ціллю контролю якості надання відповідних послуг.

Сьогодні існує декілька проблем у питанні співпраці Центрів та АТ «Укрзалізниця», а саме:

- відсутня мотивація в успішному навчанні серед робітників інфраструктури;
- складний графік робочого часу та щільний графік проведення спеціального навчання;
- низька кадрова забезпеченість, пов'язана зі скрутною економічною ситуацією;
- недостатній рівень освіти за фахом;
- невідповідність слухача вимогам за віком (навчання робітників передпенсійного та пенсійного віку);
- незабезпеченість місць проведення спеціального навчання відповідною кількістю нормативних документів та посібників, зокрема у разі проведення спеціального навчання на лініях;
- недосконалий кадровий контингент у зв'язку з низькою оплатою праці;
- недосконала процедура відбору працівників для проходження спеціального навчання.

На рис. 1 представлена схематична модель, яка демонструє взаємодію підрозділів АТ «Укрзалізниця» з іншими суб'єктами перевезення небезпечних вантажів на залізничному транспорті.

Як видно зі схеми є замовник якому потрібно перевезти небезпечний вантаж з пункту А до пункту Б, і він звертається до компанії перевізника(потік А), для того щоб вона допомогла з перевезенням, а також звертається

до АТ «Укрзалізниця» (потік Н), для перевезення небезпечних вантажів. Після звернення до компанії перевізника, ця компанія також звертається до АТ «Укрзалізниця», для обговорення деталей перевезення небезпечних вантажів, для прокладання маршруту, дати часу та багато іншого, для ознайомлення з вимогами до перевезення небезпечних вантажів та людей, що супроводжують їх, які висуває АТ «Укрзалізниця» (потік G). Ознайомлюється з вимогами які висуває Міністерство інфраструктури України (потоки D,F) та якими і не тільки, має змогу корегувати роботу АТ «Укрзалізниця» (потік E). Після ознайомлення з вимогами АТ «Укрзалізниця» та Міністерства інфраструктури України компанія перевізник виконує всі ці вимоги, однією з яких є мати у складі спеціально навчену людину, для супроводження вантажів (потік А), що має сертифікати для перевезення небезпечних вантажів та ліквідації аварійних наслідків, і для того щоб отримати можливість перевезти небезпечний вантаж з пункту А до пункту Б. Якщо компанія перевізника не має у штаті спеціально навченої людини для супроводження

небезпечних вантажів, то вона може звернутись до компанії що займається супроводженням небезпечних вантажів (потік С). Для проведення спеціального навчання АТ «Укрзалізниця» може звернутись до компанії, що займається навчанням працівників (Потік В). Ця компанія виділяє штатного співробітника, який(ка) проводитиме спеціальне навчання співробітників. Після того як штатний працівник компанії перевізника, пройде спеціальне навчання, отримає відповідні сертифікати, та дотримається інших вимог, після чого компанія перевізник може взяти участь у перевезенні вантажу разом із АТ «Укрзалізниця» для замовника із пункту А до пункту Б, (Потік А). Потік А на схемі позначений суцільною лінією, тому що він є основним потоком у схемі, усі інші потоки позначені штрих-пунктирною лінією, бо вони лише додаткові потоки, які так чи інакше впливають на потік А, або коригують його. На схемі також є потік К який означає, лише небезпечний вантаж, який потрібно перевезти для замовника з пункту А до пункту Б.



Рис. 1. Схематична модель взаємодії підрозділів АТ «Укрзалізниця» з іншими суб'єктами перевезення.

Наступною проблемою – є незадовільна забезпеченість матеріально-технічної бази АТ «Укрзалізниця» ліквідаційними засобами та їх моральна невідповідність (де-які перебувають в експлуатації понад 30 років) тобто, їх устаткування й обладнання фізично й морально застаріло, а технічні рішення не відповідають сучасному рівню розвитку науки і техніки, вимогам норм і правил промислової безпеки, до того ж відсутність заходів та засобів для локалізації, та ліквідації небезпечних наслідків у разі виникнення аварійної ситуації,

унеможливають швидке реагування, як на фізичному так і на документально-правовому рівнях.

Якщо говорити про засоби ліквідації та локалізації то треба у першу чергу згадати про аварійно-відновні поїзди я не мають повноважень для локалізації наслідків аварій при перевезенні небезпечних вантажів залізничним транспортом. На думку авторів треба на документальному рівні дозволити аварійно-відновлювальним поїздам брати участь у локалізації та ліквідації аварійних

наслідків, до того ж оснастити поїзди необхідним обладнанням для ліквідації, тому що зараз вони можуть брати участь тільки у відновленні залізничного полотна, та пропускної здатності. Далі потрібно розмістити вагони з ліквідаційними матеріалами, таким чином щоб аварійно відновлювальний поїзд міг дістатись протягом 30 хвилин, та забрати все необхідне, і швидко дістатись до місця аварії, та приступити, до ліквідації наслідків.

Поряд з цим, зафіксована відсутність чіткого сценарію організації ліквідаційних заходів аварій на залізничному транспорті. Не має чіткого алгоритму дій з моменту виникнення аварійної ситуації, до повної ліквідації її наслідків, що і призводить до екологічних катастроф, та значних економічних витрат.

Згідно з розпорядженням кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р., була схвалена «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» [5] в якій чітко прописано наступні пункти, які стосуються зазначеного питання, а саме:

- приведення нормативно-правових актів у сфері безпеки у відповідність з регламентами та директивами ЄС стосовно врахування вимог щодо безпечної експлуатації інфраструктури та рухомого складу;

- забезпечення впровадження вимог законодавства ЄС у сфері перевезення небезпечних вантажів, у тому числі з урахуванням принципів мультимодальності;

- запровадження системи управління безпекою на залізничному транспорті відповідно до законодавства ЄС;

Також, згідно закону України «Про перевезення небезпечних вантажів»[6] та наказом міністерства транспорту України 16.10.2000 р. № 567 «Про затвердження Правил безпеки та порядку ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх залізничним транспортом» [7]. В яких також прописані вимоги і для перевезення небезпечних вантажів, і для ліквідації аварій на залізничному транспорті

Вказані регуляторні законодавчі акти є дуже важливими, адже не виконання їх вимог може призвести до екологічних катастроф та значних економічних втрат.

На рис. 2 наведено приклад розробленої авторами процедури ліквідації наслідків аварії при перевезенні небезпечних вантажів з нафтопродуктами.

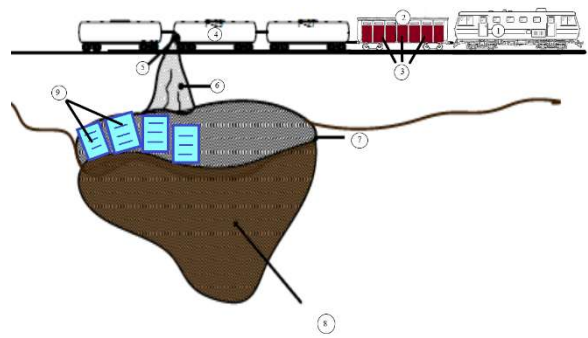


Рис. 2. Візуалізація процедури ліквідації наслідків аварії при перевезенні небезпечних вантажів (нафтопродуктів):

1 – локомотив; 2 – вагон із сорбентом; 3 – контейнери з сорбційним покривалом; 4 – цистерна з рідким небезпечним вантажем; 5 – отвір, через який трапляється виток; 6 – поверхневий стік рідкого небезпечного вантажу за рельєфом місцевості; 7 – зона утворення дзеркала витoku; 8 – зона ураженої товщі ґрунту; 9 – сорбційне покривало

Як видно з рис. 2 до поїзда прикріплюється вагон з контейнерами із сорбентами (2), і якщо виникає аварійна ситуація при перевезенні небезпечного вантажу, то спеціально навчена людина, що пройшла відповідні спеціальне навчання, та має відповідні сертифікати, відкриває контейнери із сорбентом (3), дістає так звані сорбційні покривала (9), та закидає ними, зону утворення дзеркала витoku (7), для того щоб запобігти потраплянню небезпечного вантажу у товщу ґрунту, та зменшити зону ураження товщі ґрунту (8). Потім відпрацьовані сорбенти засовують, назад у контейнера, а по прибуттю поїзда до місця його постійної дислокації, сорбент регенерують, а після регенерації його можна використовувати знову.

Реалізація представленої технологічної схеми дозволяє не тільки отримати оперативний доступ до ліквідаційних матеріалів в зоні утворення і локалізації розливу, але і в значній мірі зекономити час на організацію забезпечення даними матеріалами.

Висока ефективність запропонованого методу забезпечується вибором відповідного сорбенту. Як зазначалося вище, ефективний вибір сорбенту є складним організаційним завданням, що важко реалізується в оперативних умовах проведення ліквідаційних заходів. Представлена технологічна схема дозволяє вирішити дану проблему завчасно: вибір, придбання і накопичення сорбентів відбувається задовго до виникнення аварійної емісії.

Для захисту об'єктів навколишнього середовища широко застосовують сорбційні технології - вони ефективні, надійні і прості в апаратному виконанні.

Отже, сорбент [8] – спеціальний матеріал, який за рахунок фізико-хімічних процесів на власній поверхні здатен до поглинання речовин зі зменшенням їх початкової концентрації у вихідному розчині, саме цей механізм забезпечує високу ефективність ліквідаційних заходів на базі сорбційних технологій.

Сучасні сорбенти ділять на [8]:

- вуглецеві адсорбенти на основі природних і синтетичних матеріалів (активоване вугілля, в тому числі таблетовані форми; активовані вуглецеві волокна);

- силикагели;
- цеоліт;
- алюмогелі (альмагель, маалокс);
- алюмосилікати;
- інші неорганічні сорбенти;
- іонообмінні матеріали;
- органомінеральні і композиційні сорбенти;
- рідкі абсорбенти (вода, масла);
- органічні синтетичні і природні сорбенти (полісорб, ентеродез, ентеросорб; лігніни в різних модифікаціях – поліфепан; хітин, хітозан; целюлоза), пектини.

В умовах дефіциту фінансування природоохоронної діяльності все більший інтерес викликають субститути промисловим сорбентам на основі модифікації природних матеріалів і відходів.

В даній роботі був зроблений вибір на користь вуглецевих сорбентів, тому що вони простіші у виконанні та використанні, значно дешевші порівняно з іншими сорбентами, та мають досить високий ступінь очищення 95-99%.

На рис. 3 представлено різні варіанти та модифікації матеріалів на основі яких виготовляють вуглецеві сорбенти.

Взагалі, планується розробка універсального сорбенту, як універсального засобу для локалізації та ліквідації наслідків аварій при перевезенні рідких фракцій небезпечних вантажів.

Проаналізувавши всі дев'ять класів небезпечних вантажів, для створення універсального сорбенту авторами було виключено: небезпечні вантажі 1 класу (Вибухові речовини і вироби); 2 класу (Гази); класу 4.1 (Легкозаймисті тверді речовини, самореактивні речовини, речовини, які полімеризуються і тверді десенсибілізовані

вибухові речовини), 7 клас (Радіоактивні матеріали), 9 Інші небезпечні речовини та вироби. По-перше, тому що сорбційні методи використовують для ліквідації рідких речовин. По-друге деякі з цих вантажів мають характерні небезпечні, специфічні властивості.

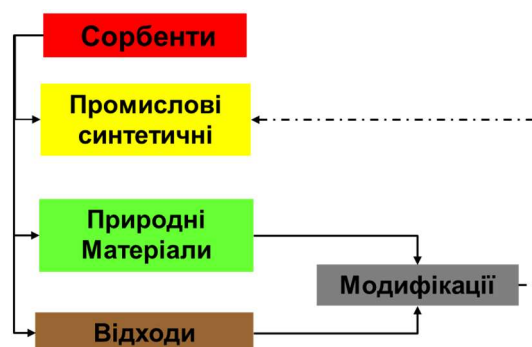


Рис. 3. Різні варіанти та модифікації матеріалів для виготовлення вуглецевих сорбентів

У табл. 1 представлені різні сорбційні матеріали, які використовують для різних класів небезпечних вантажів.

Таблиця 1

Аналіз практики застосування сорбційних матеріалів для різних класів небезпечних вантажів

Сорбенти	Класи безпеки						
	3 клас	4 клас		5 клас		6 клас	
		4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	6.2
Активоване вугілля	+			+	+	+	+
Пісок	+						
Вовна	+						
Деревна тріска	+			+	+		
Висушені зернові продукти						+	+
Макулатура				+	+		

Проаналізувавши дані з таблиці було обрано декілька найбільш ефективних сорбційних матеріалів, а саме: активоване вугілля та відходи деревинної тріски. У якості сировини для виготовлення активованого вугілля [7] пропонується використання відходів кавових зерен фракцією від 0,1 мм до 1 мм. Із відходів деревинної тріски або стружки пропонується використовувати крупну чи мелку тріску або стружку.

Висновки

Таким чином, авторами пропонується:

1) переглянути та доопрацювати процедуру перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом (підвищення вимог до персоналу, що виконує операції з небезпечними вантажами, супроводження небезпечних вантажів та удосконалення процедури проведення спеціального навчання).

2) на документальному рівні дозволити залучення аварійно-відновлювальних поїздів до участі у локалізації та ліквідації аварійних наслідків, оснащення вказаних підрозділів необхідним обладнанням для ліквідаційних заходів.

3) удосконалення методики локалізації та ліквідації аварійних наслідків при перевезенні небезпечних вантажів залізничним транспортом – розроблення ситуаційних карт, інструкцій та сценаріїв з елементами моделювання.

4) розробка спеціального сорбенту, як універсального засобу локалізації та ліквідації аварійних наслідків при перевезенні небезпечних вантажів.

Отже, чому автори акцентують увагу на правильному поводженні при перевезенні небезпечних вантажів, та уразі виникнення аварійної ситуації

По-перше, у нашій країні кожен рік трапляються щонайменше 2 аварії на рік, що завдають екологічної шкоди навколишньому середовищу, а також економічні збитки підприємствам.

По-друге, неможливість забезпечення та дотримання правил безпеки при перевезенні небезпечного вантажу, а також при ліквідації наслідків аварій (відсутність чіткого алгоритму дій та взаємодії одних підрозділів з іншими, застаріла матеріально технічна база, і.т.п.)

В третє, на правовому рівні не достатньо, або не чітко прописані, урізані повноваження підрозділів, що займаються питаннями перевезення небезпечних вантажів, та ліквідації наслідків аварій при їх перевезенні.

Все це не дає змогу забезпечити безпеку на транспорті при перевезенні небезпечних вантажів, що призводить до аварійних ситуацій під час їх перевезення.

Зробивши висновки, ми повинні зрозуміти наскільки це важливо дотримуватись усіх правил безпеки, а також дослухатись до порад авторів, які можуть покращити стан справ, у питаннях, перевезенні небезпечних вантажів, їх локалізації, та ліквідації при їх перевезенні.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Киселёв И.П., Титова Т.С. Экологические аспекты высокоскоростного железнодорожного транспорта. - СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2005. - 50 с.

2. Павлова Е.И. Экология транспорта. - М.: Транспорт, 2000. - 248 с.

3. Стан справ у сфері перевезенні небезпечних вантажів за 2019 рік у порівнянні з 2018 роком, Директорат з безпеки на транспорті, О. В. Харченко – м. Київ, 2020.

4. «Про затвердження Порядку проведення спеціального навчання працівників суб'єктів перевезення небезпечних вантажів» постанова Кабінету Міністрів України від 31.10.2007 № 1285[Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/96433179>.

5. «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» розпорядження кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/430-2018-p>.

6. «Про перевезення небезпечних вантажів» закон України від 06.04.2000 № 1644-III[Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/1644-14>.

7. «Про затвердження Правил безпеки та порядку ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх залізничним транспортом» наказ міністерства транспорту України 16.10.2000 р. № 567 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/z0857-00>.

8. Сорбенты / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сорбенты>.

9. Розробка інноваційних сорбентів на базі відходів споживання кавової продукції та дослідження їх властивостей: Дипломна Робота / Ю. В. Зеленько, М. В. Калимбет, М.Л. Сорока – м. Дніпро. 2018.

Надійшла до редколегії 25.09.2020

Прийнята до друку 29.10.2020

Ю. В. ЗЕЛЕНЬКО, Н. В. КАЛИМБЕТ, Д. В. ФЕСЕНКО

ВНЕДРЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

В статье описываются проблемы при перевозке опасных грузов, и при ликвидации аварийных последствий при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом. Также представлено решение этих проблем. **Цель** данного исследования – совершенствование процедуры перевозки опасных грузов железнодорожным транспортом и ликвидационных мероприятий, а также уменьшение временных затрат на ликвидацию аварийных последствий при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом. **Методика.** В этой статье подробно описывается предложенные авторами предложения по совершенствованию процедуры перевозки опасных грузов, и ликвидационных мероприятий в правовом поле, путём пересмотра полномочий сотрудников, а также путём разработки и использования универсального сорбента из композитных материалов. То есть авторами предлагается разработка универсального сорбента и внедрение его на железнодорожном транспорте. **Научная новизна** заключается в создании универсального сорбента, который сможет, как одного из ликвидационных мероприятий при аварийных ситуациях при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом. **Практическая значимость.** В Украине, на железнодорожном транспорте является сорбенты для ликвидации аварий, их очень много, но один сорбент можно использовать только для ликвидации конкретного класса опасности, а наш универсальной сорбент, можно будет использовать для ликвидации нескольких классов опасных грузов. Авторы предлагают его прикрепить к поезду, что позволит сразу приступить к локализации разлива до прибытия аварийно-восстановительного поезда, и таким образом уменьшит драгоценное время на ликвидационные мероприятия. Так же расширение полномочий некоторых подразделений позволит уменьшить количество аварийных ситуаций, и последствия при локализации и ликвидации аварий при перевозке опасных грузов.

Ключевые слова: экологические технологии; опасные грузы; локализация аварий; специальное обучение; универсальный сорбент; аварийно-восстановительные поезда

Y. ZELENKO, M. KALYMBET, D. FESENKO

IMPLEMENTATION OF MEASURES TO ELIMINATE THE CONSEQUENCES OF ACCIDENTS DURING THE TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS

The article describes the problems during the transportation of dangerous goods, and during the elimination of accidents during the transportation of dangerous goods by rail. The solution of these problems is also presented. **The purpose** of this study is primarily to improve the procedure for transportation of dangerous goods by rail, and liquidation measures, as well as to reduce the time spent on the elimination of accidents during the transportation of dangerous goods by rail. **Method.** This article describes in detail the proposals proposed by the authors to improve the procedure for transportation of dangerous goods, and liquidation measures in the legal field, by reviewing the powers of employees, as well as by developing and using a universal sorbent of composite materials. That is, the authors propose the development of a universal sorbent and its introduction in railway transport. **The scientific novelty** is the creation of a universal sorbent, which will be able as one of the liquidation measures in emergency situations during the transportation of dangerous goods by rail. **Practical significance.** In Ukraine, there are many sorbents on rail transport to eliminate accidents, there are many, but one sorbent can be used only to eliminate a specific class of danger, and our universal sorbent can be used to eliminate several classes of dangerous goods. The authors propose to attach it to the train, which will allow to immediately start the localization of the spill before the arrival of the emergency recovery train, and thus reduce the precious time for liquidation measures. when transporting dangerous goods.

Key words: environmental technologies; dangerous goods; localization of accidents; special training; universal sorbent; emergency recovery trains

УДК 656.025: 519.816

С. С. БОРОВИК^{1*}, А. Г. ШИБАЕВ^{2*}

^{1*} Каф. «Эксплуатация флота и технология морских перевозок», Одесский национальный морской университет, ул. Мечникова, 34, 65029, Одесса, Украина, тел. +38(099)3342134, ел. почта svetlanasbprpvik@gmail.com, ORCID 0000-0003-4168-8537

^{2*} Каф. «Эксплуатация флота и технология морских перевозок», Одесский национальный морской университет, ул. Мечникова, 34, 65029, Одесса, Украина, тел. +38(095)2134907, ел. почта aleksshibaev54@gmail.com, ORCID 0000-0002-9886-6069

МЕТОД ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ В АНАЛИЗЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ

Цель. Анализ эффективности эксплуатации пассажирских судов. **Методика.** Исследование выполнено с использованием метода экспертных оценок. **Результаты.** С помощью метода экспертных оценок, специалисты оценивают трудно формализуемые факторы, что позволяет сделать обоснованный вывод о работе рассматриваемого объекта в определенных условиях. В исследовании были предложены в качестве критериев оценки эффективности эксплуатации пассажирских судов такие критерии, как технический, сервисный, организационно-экономический, маркетинговый и безопасность. Составляющие данных критериев отражают эффективность эксплуатации пассажирских судов, как с позиции судовладельца, так и позиции пассажира, что важно для обеспечения спроса на услуги водного пассажирского транспорта. Последовательность выполнения операций, по экспертному оцениванию выбранных критериев следующая: разработка анкеты; подбор экспертов; определение компетентности экспертов; опрос экспертов; анализ и обобщение результатов опроса; определение согласованности мнений экспертов; внедрение результатов. Метод экспертных оценок определяет эффективность эксплуатации каждого судна и показывает, как каждый из критериев влияет на эффективность. А также, позволяет определить весомость каждого критерия, что, в свою очередь, позволяет определить пути повышения эффективности эксплуатации пассажирского флота. **Научная новизна.** Представленный метод, в отличии от других методов позволяет дать комплексную оценку эффективности эксплуатации пассажирских судов при помощи критериев как количественных, так и качественных. При этом учитываются требования к эффективности эксплуатации и со стороны судовладельца, и со стороны пассажиров. **Практическая значимость.** Результаты выполненного исследования могут быть использованы судовладельцами для оценки эффективности эксплуатации своего флота, флота, который можно привлечь на арендных условиях, а также для определения стратегии повышения эффективности функционирования флота.

Ключевые слова: пассажирские суда; экспертные оценки; эффективность эксплуатации; судовладелец

Введение

Работа судоходных компаний оперирующих пассажирским флотом, часто осуществляется в условиях неопределенности. Анализ эффективности эксплуатации пассажирских судов позволяет оценить текущее состояние СК, её конкурентоспособность и определить дальнейшие пути развития.

Принятие решений, основанное на статистическом анализе, требует большого количества информации, часто недоступной судовладельцу, а также этот метод позволяет оценить лишь количественные показатели.

В современных условиях жёсткой конкуренции с другими видами транспорта, судовладельцы, оперирующие пассажирским флотом, сталкиваются с проблемой привлечения пассажиров. Специфика работы пассажирских судов такова, что судовладельцу непременно

необходимо учитывать требования к обеспечению комфорта пассажиров. Если в грузовом судоходстве грузоотправителю важны только стоимость и скорость перевозки, а также сохранность груза, то требования пассажиров значительно шире. Удовлетворенность пассажиров услугами предоставляемых судном создаст судовладельцу положительную репутацию, что, в свою очередь, позволит привлечь пассажиров к повторному пользованию услугой.

Ввиду невозможности количественно оценить все показатели, неполным знанием всех обстоятельств, наличием факторов случайности в процессе эксплуатации пассажирского флота для анализа его эффективности целесообразно использовать метод экспертных оценок.

Сущность метода экспертных оценок состоит в рациональной организации экспертного анализа проблемы с количественным оцениванием

суждений и обработкой их результатов [1]. Выводы, сделанные на основании, обобщённого мнения экспертов и есть решение поставленной проблемы.

Анализ исследований и публикаций

Способам повышения эффективности эксплуатации пассажирского флота в научной литературе посвящено значительное количество работ.

В работах [2, 3] предлагаются методы повышения эффективности и качества эксплуатации судов в нештатных ситуациях на основе автоматизации процессов, которые позволяют обеспечить безопасность работы судна.

В исследовании [4] представлено комплексная оценки экологической эффективности судов внутреннего плавания.

Большой интерес представляет работа [5], в которой разработана стратегия эффективного организационно-экономического развития речного транспорта в перспективе, с некоторыми изменениями эта стратегия может быть применима и к пассажирскому водному транспорту.

В работах [6,7] в качестве критерия эффективности рассматривается комфортабельность, как фактор, влияющий на удовлетворенность пассажирами водным транспортом.

Рассмотренные исследования эффективности эксплуатации флота посвящены отдельным критериям эффективности – техническому состоянию флота, обеспечению безопасности, качеству услуг и т.д. и не дают комплексного представления об эффективности эксплуатации пассажирского флота в целом. В продолжение исследования [8] возникает необходимость в установлении степени влияния критериев характеризующих эффективность эксплуатации пассажирских судов, как с позиции судовладельца, так с позиции пассажира.

Цель

Цель исследования – анализ эффективности эксплуатации пассажирских судов методом экспертных оценок.

Основной материал

Анализ эффективности эксплуатации пассажирских судов – это сложный процесс, основанный на оценке, как количественных, так и качественных показателей, характеризующих работу пассажирского флота.

С точки зрения судовладельца, критериями эффективности функционирования флота являются те составляющие, которые способны

обеспечить постоянную техническую готовность заданной численности судов и непрерывного цикла их функционирования по прямому назначению при минимальных затратах [9].

Для пассажиров в качестве критериев эффективности выступает способность судоходной компании предоставить качественную услугу по приемлемой цене. При этом каждая группа или даже отдельный пассажир в понятие «качественная услуга» понимает по-своему.

Таким образом, очевидно, что критерии оценки эффективности эксплуатации пассажирского флота должны включать в себя составляющие для оценки, как с позиции судовладельца, так и с позиции пассажира.

В результате анализа работы пассажирских судов и литературы [10-16] были определены следующие критерии оценки эффективности эксплуатации пассажирских судов (табл. 1):

1. Технический – отражает производственную составляющую пассажирского флота;
2. Сервисный – отражает качество услуг, предоставляемых пассажирскими судами;
3. Организационно-экономический - характеризует экономическую эффективность и инвестиционную привлекательность;
4. Маркетинговый – характеризует способность формировать и поддерживать спрос среди пассажиров на услуги морских и речных судов в заданном регионе.
5. Безопасность.

Известно, что организация и проведение экспертизы является сложным и длительным процессом, что, как правило, проводится группой подготовленных специалистов. Организация и проведение экспертизы осуществляется в несколько этапов

На первом этапе, в зависимости от цели экспертного опроса, определяется:

- структура экспертной группы,
- количество экспертов,
- индивидуальные качества экспертов.

В зависимости от критериев, которые подлежат оценке, определяются направления, по которым необходимо или желательно привлечь экспертов (устанавливается специализация экспертов). Потом по каждому направлению выделяются подгруппы экспертов, устанавливается количество экспертов в каждой подгруппе, что зависит от конкретной постановки задачи. Далее определяются требования к квалификации экспертов, стажу их работы в данной области опроса и общему стажу.

Таблица 1
Критерии оценки судов

Критерий	Составляющие критерия
Технический	Возраст судна
	Техническое состояние
	Квалификация командного состава
	Размер, пассажироместимость
	Скорость
Сервисный	Комфортабельность
	Квалификация обслуживающего персонала
	Языковой барьер между пассажирами и персоналом
	Уровень технологии питания и/или развлечений
	Доступность для лиц с ограниченными возможностями
Организационно-экономический	Прибыль
	Рыночная стоимость судна
	Наличие услуг на борту судна не включенных в тариф
	Частота и объем модернизации
	Ценовая доступность, соотношение цена-качество
Маркетинговый	Регион эксплуатации судна (численность населения, уровень среднего дохода потенциальных пассажиров)
	Маршрут (на линейном или рейсовом маршруте оценивается доступность портов для пассажиров, наличие смежных видов транспорта; круизные порты оцениваются по туристической привлекательности).
	Объем и качество рекламы
	Уровень информирования пассажиров о предоставляемых услугах
	Уровень изменений, вносимых в организацию обслуживания на основании анализа анкетного опроса пассажиров
	Безопасность мореплавания судна
	Экологическая и общая техническая безопасность (спасательные шлюпки, система пожаротушения)
Организация информирования пассажиров (проведение инструктажей и учебных тревог)	
Безопасность	Санитарно-эпидемиологическая безопасность
	Медицинская безопасность

Определять численность экспертной группы можно на основе использования рассмотренных показателей математической или статистики «прагматического» подхода.

Чаще всего расчеты по формулам математической статистики дают излишне высокие значения численности экспертной группы (временами более 100 экспертов), поэтому на практике можно рекомендовать использовать «прагматический» подход. Он не настолько теоретически обоснованный как первый, но зато легко реализуем.

Оценки численности группы экспертов в этом случае можно сделать, руководствуясь следующими пониманиями. Ясно, что численность группы не должна быть малой, потому что в этом случае был бы потерян смысл формирования экспертных оценок, обусловленных группой специалистов. Кроме того, на групповые экспертные оценки в значительной степени влияла бы оценка каждого эксперта. При увеличении группы экспертов эти недостатки устраняются, но появляется опасность возникновения новых.

При очень большом количестве экспертов оценка каждого из них отдельно почти не влияет на групповую оценку. Причем, рост численности экспертной группы, далеко не всегда способствует повышению достоверности оценок. Часто расширение группы экспертов происходит за счет привлечения малоквалифицированных специалистов, что в свою очередь может привести лишь к уменьшению достоверности групповых оценок [17].

Правила опроса экспертов содержат ряд требований, обязательных для выполнения всеми. Эти требования обеспечивают выполнение условий, благоприятствующих формированию объективной мысли. В число таких условий входит:

- независимость формирования экспертами собственного мнения относительно оцениваемых критериев;
- удобство работы с предполагаемыми анкетами (вопросы формулируются в общепринятых терминах и должны исключать любую неоднозначность;
- логическое соответствие вопросов структуре исследуемой проблемы;
- приемлемые расходы времени на ответы по вопросам анкеты;
- приемлемое время получения вопросов и выдачи ответов;
- соблюдение анонимности ответов для членов экспертной группы;
- проведение коллективных обсуждений оцениваемых критериев;
- предоставление экспертам необходимой информации.

С целью обеспечения выполнения этих условий устанавливаются правила проведения опроса и организации работы экспертной группы. В них должны быть учтены специфика оцениваемых событий, а также особенности организаций, из которых приглашают экспертов.

В зависимости от характера исследуемого объекта, степени его формализации и возможности привлечения необходимых экспертов порядок работы с ними может быть разным, но в основном он содержит следующие три этапа.

На первом этапе:

- эксперты привлекаются в индивидуальном порядке с целью уточнить модель объекта, его параметры и показатели, которые подлежат экспертной оценке,

- формулируются вопросы и терминология в анкетах;

- определяется форма таблиц экспертного оценивания;

- уточняется состав группы экспертов.

На втором этапе экспертам направляются анкеты с пояснительным письмом, в котором описываются цель работы, структура и порядок заполнения анкет.

Когда есть возможность собрать экспертов вместе, особенно если удается их сгруппировать в соответствии с какими-либо признаками, существенными для данного опроса (например, эксперты из одной организации, только сотрудники сбытовых служб), то цели и задачи анкетирования, а также все вопросы, связанные с анкетированием, могут быть поставлены устно. Обязательное условие такой формы экспертного опроса – следующее самостоятельное заполнение анкет при соблюдении всех правил анкетирования.

Третий этап работы с экспертами осуществляется после получения результатов опроса и изучения исследуемого объекта другими методами в процессе обработки и анализа полученных результатов. На этом этапе от экспертов в форме консультаций обычно получают всю отсутствующую информацию, которая необходима для уточнения полученных данных и их окончательного анализа [18].

Отбор экспертов и проведение опроса

Работа по отбору специалистов, которые принимают участие в экспертизе, обычно начинается с составления списка компетентных в данной области специалистов. Величина группы определяется соотношением

$$N_{min} \leq N \leq N_{max} , \quad (1)$$

где N_{min} – минимальное количество экспертов (зависит от числа оцениваемых критериев);

N_{max} – максимальное количество экспертов (потенциально возможное).

Рекомендуется одинаковое количество экспертов N_l каждого направления l (научного, технического, экономического и т.д.). При этом

$$N_l = \frac{N}{r} , (l = 1, 2, \dots, r) , \quad (2)$$

где r – число рассмотренных направлений.

Основой для отбора экспертов служат специальные методы оценки их качеств. При этом различают три основных метода:

- индивидуальной самооценки,

- групповой оценки и оценки на основе результатов прошлой деятельности.

Метод индивидуальной самооценки предполагает, что каждый эксперт, исходя из уровня квалификации, теоретической подготовки, практического опыта и широты кругозора обязан проставить на основе 10-бальной шкалы оценку своих знаний по каждому j -му вопросу.

Метод групповой самооценки предполагает, что каждый эксперт оценивает знание эксперта s по вопросу j величиной.

Метод оценки на основе результатов прошлой деятельности состоит в отборе специалистов по стажу работы, по ученому званию и степени, по занимаемой должности и т.д.

Если есть данные о результатах участия специалистов в экспертизах в прошлом, то они могут служить базой для оценки качеств эксперта с помощью следующей зависимости:

$$A = \frac{N_y}{N} , \quad (3)$$

где A – степень надежности эксперта;

N_y – количество случаев, когда эксперт, встретив с несколькими альтернативами, приписал наибольшую вероятность той, которая в окончательном итоге оказалась наилучшей;

N – общее количество случаев, когда данный эксперт давал оценку.

В тех случаях, когда специалист принимает участие в коллективной экспертизе, его деятельность можно сравнить с деятельностью коллег. Для этого применяется критерий относительной важности, что определяется как отношение степени надежности данного эксперта к средней надежности некоторой группы.

Проведение экспертизы заключается в том, что эксперт выражает свое мнение в виде числа по предлагаемой ему шкале (как правило, десятибалльной). Экспертиза завершается обработкой полученных результатов и обобщением

мнения экспертов, а также определением степени согласованности мнений экспертов по каждому вопросу.

Показателем обобщенного мнения может служить средневзвешенное значение экспертных оценок, установленное с учетом коэффициента компетентности эксперта.

Мнения экспертов могут сильно отличаться один от одного по двум причинам:

- вопросы поставлены некорректно, нечётко;
- мнения, собственно говоря, противоречивые [18].

Разброс мнений чаще всего определяется с помощью дисперсии, полученных экспертных оценок. Чем меньше величина дисперсии, тем выше степень согласованности мнений экспертов. Второй способ определить согласованность мнений экспертов – это коэффициент конкордации. Чем выше значение коэффициента конкордации, тем мнения экспертов согласованнее.

Анализ и обработка экспертных оценок

На первом этапе были идентифицированы объекты (пассажирские суда) (O_i) экспертизы, подлежащие оцениванию (табл. 2). Выбраны критерии (K_j) оценки объектов экспертизы и сформулированы предложения (вопросы), раскрывающие эти критерии эксперту и позволяющие ему выявить смысл своих оценок.

Таблица 2
Объекты экспертной оценки (O_i)

Объекты	O_1	O_2	O_3	O_4	O_i
Название (значение, диапазон)

Каждый из экспертов ($E_k, k = 1, 2, \dots, c$) по десятибалльной шкале определяет весомость (r_{cj}) каждого из отобранных критериев (K_j) по шкале от 0 до 10, где наиболее весомый критерий имеет оценку 10, наименее – 0 (табл. 3).

Далее определяется сумма критериев по экспертам

$$A_j = \sum_{k=1}^c r_{kj}, \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

и сумма критериев по объекту

$$B_c = \sum_{j=1}^m r_{kj}, \quad (k = 1, 2, \dots, c), \quad (5)$$

где r_{kj} – числовое значение весомости присвоенное k – м экспертом j - объекту.

Коэффициент весомости каждого критерия определяется по следующей формуле

$$C_j = \frac{A_j}{\sum_{k=1}^c A_j}, \quad (6)$$

при этом должно выполняться равенство

$$\sum_{k=1}^c C_j = 1, \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

Исходя из того, что мнения экспертов часто не совпадают, необходимо количественно оценить меру согласованности мнений экспертов. Для оценки меры согласованности мнений экспертов рекомендуется использовать коэффициент конкордации (W), который рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (8)$$

где m – количество экспертов опроса, чел.
 n – количество критериев, ед.

Таблица 3

Критерии оценки

Эксперты	Критерии оценки объекта						Суммы критериев (B_c)
	K_1	K_2	...	K_j	...	K_m	
E_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1j}	...	r_{1m}	B_1
E_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2j}	...	r_{2m}	B_2
...
E_k	r_{k1}	r_{k2}	...	r_{kj}	...	r_{km}	B_k
...
E_c	r_{c1}	r_{c2}	...	r_{cj}	...	r_{cm}	B_c
Суммы критериев по экспертам, (A_j)	A_1	A_2	...	A_j	...	A_m	$\sum_{k=1}^c A_j = \sum_{j=1}^m B_k$
C_j	C_j	C_j	...	C_j	...	C_m	1,0

Анкета эксперта (Е_к)

Объект	Критерии оценки объектов, коэффициенты их весомости (C _j)						Сумма критериев по объектам (c _i ^{E_k})
	K ₁ (C ₁)	K ₂ (C ₂)	... (...)	K _j (C _j)	... (...)	K _m (C _m)	
O ₁	Γ ₁₁ c ₁₁	Γ ₁₂ c ₁₂	...	Γ _{1j} c _{1j}	...	Γ _{1m} c _{1m}	c ₁ ^{E_k}
O ₂	Γ ₂₁ c ₂₁	Γ ₂₂ c ₂₂	...	Γ _{2j} c _{2j}	...	Γ _{2m} c _{2m}	c ₂ ^{E_k}
...
O _i	Γ _{i1} c _{i1}	Γ _{i2} c _{i2}	...	Γ _{ij} c _{ij}	...	Γ _{im} c _{im}	c _i ^{E_k}
...
O _n	Γ _{n1} c _{n1}	Γ _{n2} c _{n2}	...	Γ _{nj} c _{nj}	...	Γ _{nm} c _{nm}	c _n ^{E_k}

S – сумма квадратов отклонений суммы критериев по каждому объекту от средних сумм критериев по всем объектам и экспертам, т.е.:

$$S = \sum_{j=1}^m \left[\sum_{k=1}^c A_j - m * \left(\frac{n+1}{2} \right) \right]^2, \quad (9)$$

где $m * ((n + 1)/2)$ – средняя сумма критериев оценки.

Диапазон значений – $W \in [0, 1]$. При полной согласованности мнений, когда все эксперты дают одинаковые оценки - $W=1$ [17]. При полном отсутствии согласованности, а оценки совершенно случайны - $W = 0$. В остальных случаях - чем больше W , тем выше согласованность экспертных мнений.

Будем исходить из того, что согласованность обычно считается вполне достаточной, если $W \geq 0,5$. Если коэффициент конкордации удовлетворяет условию $W \geq 0,5$, тогда можно на основании значений A_j сделать вывод о степени важности каждого критерия

$$A^c = \max_j \{A_j\}, \quad (10)$$

Критерий с максимальным значением A_j является определяющим фактором, оказывающим наибольшее влияние на совокупность объектов оценивания.

На втором этапе каждый эксперт заполняет собственную анкету (табл. 4) путем численной оценки объектов (O_i) в зависимости от факторов (K_j). Результаты оценки (от 0 до 10) заносятся в верхний левый угол каждой клетки таблицы. Затем их значения умножаются на величины соответствующих коэффициентов весомости (C_j)

$$c_{ij} = C_j * r_{ij}, \quad (11)$$

$$(j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n)$$

и полученные результаты указываются в средней части клетки. Далее определяются суммы средних частей строк, величина которых определяет степень вероятности объекта.

$$c_i^{E_k} = \sum_{j=1}^m c_{ij}, \quad (12)$$

$$(j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, c; i = 1, 2, \dots, n)$$

Для обобщения мнений отдельных экспертов составляется сводная таблица (табл. 5) и по ней определяется приоритет каждого объекта.

Таким образом, объект с максимальным значением суммы оценок экспертов (c_i^{E_k}) имеет первый приоритет, а с минимальным – последний.

Далее рассчитывается коэффициент относительной важности (веса, вклада, значимости, предпочтительности, доли и т.д.) каждого из объектов

$$\gamma_{0i} = \frac{\sum_{k=1}^c c_i^{E_k}}{\sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n c_i^{E_k}} * 100\%, \quad (13)$$

$$(k = 1, 2, \dots, c; i = 1, 2, \dots, n)$$

при этом

$$\sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n c_i^{E_k} = 1, \quad (14)$$

$$(k = 1, 2, \dots, c; i = 1, 2, \dots, n)$$

В ряде случаев при обработке оценок относительные важности можно преобразовать в ранги. Такое преобразование считается корректным, т.к. является переходом к более слабой шкале и осуществляется следующим образом. Объекту, имеющему максимальную относительную важность, приписывается ранг 1, следующему по значимости объекту – ранг 2 и т.д.

Обобщение мнений экспертов

Объекты	Эксперты						Суммы оценок экспертами по объектам	Коэффициент относительной важности
	E_1	E_2	...	E_k	...	E_c		
O_1	$C_1^{E_1}$	$C_1^{E_2}$	...	$C_1^{E_k}$	...	$C_1^{E_c}$	$\sum_{k=1}^c C_1^{E_k}$	γ_{O_1}
O_2	$C_2^{E_1}$	$C_2^{E_2}$	...	$C_2^{E_k}$	...	$C_2^{E_c}$	$\sum_{k=1}^c C_2^{E_k}$	γ_{O_2}
...
O_i	$C_i^{E_1}$	$C_i^{E_2}$	...	$C_i^{E_k}$	...	$C_i^{E_c}$	$\sum_{k=1}^c C_i^{E_k}$	γ_{O_i}
...
O_n	$C_n^{E_1}$	$C_n^{E_2}$	...	$C_n^{E_k}$	...	$C_n^{E_c}$	$\sum_{k=1}^c C_n^{E_k}$	γ_{O_n}
Общая сумма экспертных оценок							$\sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n C_i^{E_k}$	-

Выводы

1. В качестве критериев оценки эффективности эксплуатации были выбраны 5 критериев – технический, сервисный, организационно-экономический, маркетинговый и безопасность. Данные критерии отражают эффективность работы судов как с позиции судовладельца, так и позиции пассажира.

2. Применение экспертных оценок позволяет оценить трудно формализуемые факторы, которые оказывают влияние на эксплуатацию пассажирских судов. Данный метод показывает степень влияния каждого из приведенных критериев на эффективность эксплуатации в целом, а также эффективность эксплуатации каждого судна с учётом коэффициента весомости каждого критерия. Что, в свою очередь, позволит определить дальнейшие пути повышения эффективности эксплуатации рассматриваемых судов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руденко, Е. С. Обработка результатов экспертных оценок [Электрон. ресурс] / Е. С. Руденко, А. В. Шамов // Проблемы техники. – 2013. – № 2. – С. 139-145. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptekh_2013_2_18.
2. Кириченко, В. О. Метод підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту на основі автоматизації процесу. [Текст] / В. О. Кириченко, І. В. Трофименко, Ю. Є. Шапран, // Телекомунікаційні та інформаційні технології - 2017. - № 2. – С. 82-86.
3. Коломієць, О. М., (2017). Оцінювання впливу застосування інтелектуальної системи експлуатації

судна на вирішення завдань безпеки. [Текст] / О. М. Коломієць, О. В. Данік. // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2017. - № 2. – С. 75-78.

4. Соловьёв, А. В. Методика оценки экологической эффективности судов внутреннего плавания. [Текст] / А. В. Соловьёв. // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. - 2017. - № 2 (42). DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-306-322.

5. Курбатова, Е. С. Организационно-экономические предпосылки и условия эффективного использования речного транспорта в системе транспортных коммуникаций России. [Текст]. Диссерт. на соиск. уч. степ. к. э. н. 08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – транспорт)». Москва. – 2019. – С. 144

6. Беляев, И. В. Повышение комфортабельности круизных судов, как фактор роста их конкурентоспособности [Электрон. ресурс] / И. В. Беляев, А. А. Семин // ТДР. - 2009. - № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-komfortabelnosti-kruiznyh-sudov-kak-faktor-rosta-ih-konkurentosposobnosti>.

7. Трухинова, О. Л. (2019). Формирование системной оценки удовлетворенности потребителей в процессе инвестиционного выбора круизного судна. [Текст] / О. Л. Трухинова. // Научные проблемы водного транспорта. – 2019. - № 61. – С. 153-163.

8. Боровик, С. С. Модель задачі оптимального розподілу пасажирського флоту за маршрутами. [Текст] / С. С. Боровик. // Вісник Херсонського національного технічного університету. - 2020. - № 3 (74) – С. 11-18 <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.3.1>

9. Ковтун, Н. Л. Техничко-економический анализ жизненного цикла перспективного флота. [Текст] / Н.

Л. Ковтун. // Труды Крыловского государственного научного центра. - 2018. № 3 (385). – С. 77-84 DOI: 10.24937/2542-2324-2018-3-385-77-8.

10. Белов, О. А. Аналитический обзор факторов эффективной эксплуатации морского транспорта. [Электрон. ресурс] / О. А. Белов // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития. – 2019. – №1-1.5-9 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskiy-obzor-faktorov-effektivnoy-ekspluatatsii-morskogo-transporta>

11. Ваховская, М. Ю. Определение коммерческой эффективности эксплуатации судов на маршруте анапа - ялта [Электрон. ресурс] / М. Ю. Ваховская. // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. - 2018. - № 4(45). С. - 221-232 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-kommercheskoy-effektivnosti-ekspluatatsii-sudov-na-marshrute-anapa-yalta>

12. Сёмин, А. А. Экспресс-оценка рыночной стоимости и эффективности содержания пассажирских судов внутреннего и смешанного плавания. [Текст] / А. А. Сёмин, Е. Н. Тимошук // Водный транспорт. – 2016. - № 1. – С. 94-99.

13. Егоров, Г. В. Линейка круизных пассажирских судов для внутренних водных путей. [Текст] / Г. В. Егоров, И. А. Ильницкий. // Вісник Одеського національного морського університету. - 2013. - № 2. – С. 20-40.

14. Войт, М. Н. (2014). Развитие сферы круизных услуг на основе повышения качества обслуживания

[Текст]. Дис.... канд. экон. наук специальность 08.00.05. – «Экономика и управление народным хозяйством». Москва. – 2014. - 143 с.

15. Логунова, Н. А. Параметры оценки качества предоставления круизного туристского продукта. [Текст] / Н. А. Логунова // Вісник ДІТБ. Серія: Економіка, організація та управління підприємствами туристичної індустрії та туристичної галузі в цілому. 2013. - № 17. – С. 155-161.

16. Аксенов, И. М. "Маркетинг пассажирских перевозок [Текст]: Учебн. пособ. / И. М. Аксенов. - К.: Основа, 2016. – 212 с.

17. Голубков, Е. П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика. / Е. П. Голубков // – М.: Финпресс. - 1998. – 416с.

18. Голубков, Е. П. Методы принятия управленческих решений в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. П. Голубков. // – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 183 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-06815-3. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/416970>

Поступила в редколлегию 06.10.2020

Принята к печати 30.10.2020

С. С. БОРОВИК, О. Г. ШИБАСЬВ.

МЕТОД ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ В АНАЛІЗІ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ СУДЕН

Мета. Аналіз ефективності експлуатації пасажирських суден. **Методика.** Дослідження виконано з використанням методу експертних оцінок. **Результати.** За допомогою методу експертних оцінок, фахівці оцінюють важко формалізуються фактори, що дозволяє зробити обґрунтований висновок про роботу даного об'єкту в певних умовах. У дослідженні були запропоновані в якості критеріїв оцінки ефективності експлуатації пасажирських суден такі критерії, як технічний, сервісний, організаційно-економічний, маркетинговий і безпеку. Складові цих критеріїв відображають ефективність експлуатації пасажирських суден, як з позиції судовласника, так і позиції пасажирів, що важливо для забезпечення попиту на послуги водного пасажирського транспорту. Послідовність виконання операцій, з експертного оцінювання обраних критеріїв наступна: розробка анкети; підбір експертів; визначення компетентності експертів; опитування експертів; аналіз і узагальнення результатів опитування; визначення узгодженості думок експертів; впровадження результатів. Метод експертних оцінок визначає ефективність експлуатації кожного судна і показує як кожен із критеріїв впливає на ефективність. А також, дозволяє визначити вагомість кожного критерію, що, в свою чергу, дозволяє визначити шляхи підвищення ефективності експлуатації пасажирського флоту. **Наукова новизна.** Представлений метод, на відміну від інших методів дозволяє дати комплексну оцінку ефективності експлуатації пасажирських суден за допомогою критеріїв як кількісних, так і якісних. При цьому враховуються вимоги до ефективності експлуатації і з боку судовласника і з боку пасажирів. **Практична значимість.** Результати виконаного дослідження можуть бути використані судовласниками для оцінки ефективності експлуатації свого флоту, флоту, який можна залучити на орендних умовах, а також для визначення стратегії підвищення ефективності функціонування флоту.

Ключові слова: пасажирські судна; експертні оцінки; ефективність експлуатації; судовласник

THE METHOD OF EXPERT EVALUATION IN THE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF OPERATION OF PASSENGER SHIPS

Purpose. Analysis of the efficiency of the operation of passenger ships. Methodology. The study was carried out using the method of expert assessments. **Findings.** Using the method of expert assessments, experts evaluate factors that are difficult to formalize, which allows them to make a well-founded conclusion about the operation of the object under consideration in certain conditions. In the study, such criteria as technical, service, organizational and economic, marketing and safety were proposed as criteria for assessing the efficiency of the operation of passenger ships. The components of these criteria reflect the efficiency of the operation of passenger ships, both from the position of the ship owner and the position of the passenger, which is important for ensuring the demand for water passenger transport services. The sequence of operations, according to the expert assessment of the selected criteria, is as follows: development of the questionnaire; selection of experts; determination of the competence of experts; survey of experts; analysis and generalization of survey results; determining the consistency of expert opinions; implementation of results. The expert assessment method determines the operational efficiency of each vessel and shows how each of the criteria affects the efficiency. And also, it allows you to determine the weight of each criterion, which, in turn, allows you to determine the ways to improve the efficiency of the passenger fleet operation. **Originality.** The presented method, in contrast to other methods, makes it possible to give a comprehensive assessment of the efficiency of the operation of passenger ships using both quantitative and qualitative criteria. This takes into account the requirements for operational efficiency both on the part of the ship owner and on the part of passengers. **Practical value.** The results of the research carried out can be used by shipowners to assess the efficiency of the operation of their fleet, the fleet that can be attracted on lease terms, as well as to determine the strategy for increasing the efficiency of the fleet.

Key words: passenger ships; expert assessments; operational efficiency; ship owner

УДК 656.135

І. Я. СКОВРОН^{1*}, А. С. ДОРОШ^{2*}, Є. Б. ДЕМЧЕНКО^{3*}, Т. В. БОЛВАНОВСЬКА^{4*},
В. В. МАЛАШКІН^{5*}

^{1*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (095) 230 50 34, ел. пошта: norvoks@gmail.com, ORCID 0000-0003-0697-2698

^{2*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (066) 927 84 62, ел. пошта: dorosh.andrii@gmail.com, ORCID 0000-0002-5393-0004

^{3*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (097) 799 16 75, ел. пошта: e.b.dmch@gmail.com, ORCID 0000-0003-1411-6744

^{4*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373-15-12, ел. пошта: valentinovna.upp@gmail.com, ORCID 0000-0001-6462-8524

^{5*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373-15-12, ел. пошта: viacheslav.malashkin@gmail.com, ORCID 0000-0002-5650-1571

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ЗБІРНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Мета. Дослідження загальноприйнятої системи організації транспортного обслуговування автотранспортним підприємством, удосконалення технології планування перевезень та оптимізація процесу доставки збірних вантажів від місць їх консолідації до кінцевих споживачів (підприємств, складів, торгових точок, пошти та ін.). **Методика.** При формулюванні задачі дослідження важливим є врахування максимальної кількості найбільш впливових факторів: обсяги перевезених партій вантажів; географічне розташування місць консолідації та завантаження вантажів, а також кінцевих споживачів; тип і вантажопідйомність рухомого складу; терміни доставки вантажів; особливі умови виконання вантажно-розвантажувальних робіт тощо. Задача визначення оптимального маршруту вирішувалась як задача комівояжера з використанням методів комбінаторної оптимізації, логістики та одного із евристичних методів. **Результати.** У даній статті були виконані дослідження різних методів планування маршруту руху автомобіля при доставці збірних вантажів до кінцевих споживачів. В результаті були отримані рекомендації щодо вибору методу планування маршрутів доставки вказаних вантажів у тій чи іншій ситуації. **Практична значимість.** Незважаючи на те, що дрібнопартійні перевезення становлять незначну частку від загальної транспортної роботи, однак транспортні витрати на них сягають третини всіх витрат. У зв'язку з цим, раціональне вирішення питання маршрутизації є необхідним для ефективного управління перевізним процесом та скорочення витрат енергетичних ресурсів при виконанні транспортної роботи з обслуговування кінцевих споживачів. Це дозволить знизити собівартість перевезення вантажу та покращити економічні показники роботи автотранспортного підприємства в цілому.

Ключові слова: автомобільний транспорт; дрібнопартійні вантажі; підвищення ефективності доставки; задача комівояжера; обслуговування кінцевих споживачів

Вступ

Транспортна система будь-якої розвинутої країни є вагомим умовою для її цілісності та незалежності за рахунок забезпечення національної безпеки, обороноздатності, розвитку зовнішньоекономічних зв'язків та безупинне функціонування різних галузей економіки країни. Крім того, розвинута транспортна інфраструктура забезпечує швидкий та комфортний взаємозв'язок між людьми, регіонами, містами, країнами та континентами, що сприяє культурному та духовному обміну, задоволенню естетичних потреб населення, що в підсумку призводить до

покращення умов його життя.

Враховуючи вигідне географічне розташування України, чітка взаємодія елементів транспортної системи та їх розвиток створюють передумови для економічного росту та сприяють зміцненню взаємовідносин з іншими державами.

Крім виконання макроекономічних функцій транспорт також є невід'ємною частиною будь-якого виробництва, оскільки виконує регулярну доставку сировини, палива та готової продукції з пунктів їх виробництва або консолідації до пунктів споживання.

Таким чином, можна стверджувати, що забезпечення чіткої та злагодженої роботи всіх

елементів транспортної системи повинно бути прерогативою у стратегії розвитку нашої країни.

Аналіз літературних джерел

Національну транспортну систему України в основному формують залізничний, автомобільний, річковий, морський, повітряний та трубопровідний види транспорту, однак роль, яку вони відіграють, суттєво відрізняється. Використовуючи дані Державної служби статистики України [1], проаналізуємо обсяги перевезених вантажів різними видами транспорту за останні 10 років.

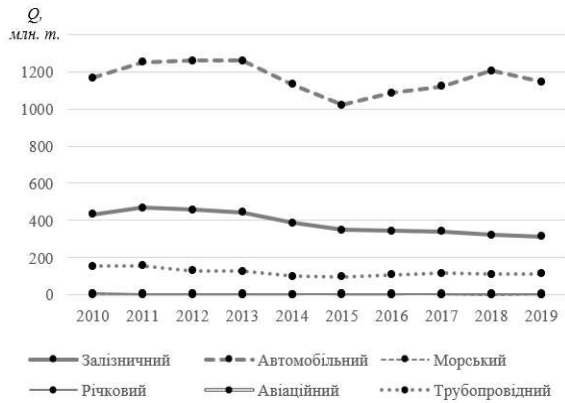


Рис. 1. Аналіз обсягів перевезення вантажів по Україні різними видами транспорту

Як видно з рис. 1, обсяги перевезення вантажів залізничним транспортом за останні 10 років упевнено знижуються, у той час як у автомобільного транспорту як правило спостерігається суттєве зростання. Вказані дані можна пояснити основними перевагами автомобільного транспорту по відношенню до інших видів транспорту, серед яких можна відзначити високу маневреність, можливість доставки вантажів «від дверей до дверей», забезпечення регулярності поставок вантажів, а також постачання вантажів як крупними так і дрібними партіями.

На рис. 2 за даними [1] наведено середні відстані перевезення 1 тону вантажу різними видами транспорту у 2018 році.

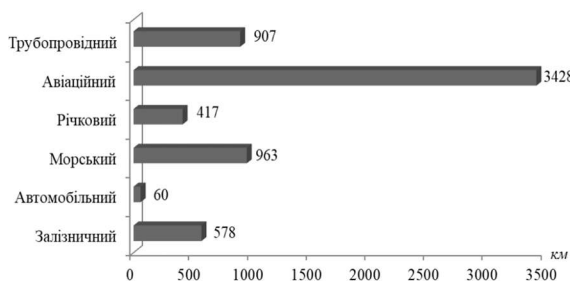


Рис. 2. Середня відстань перевезення 1 т вантажу різними видами транспорту у 2018 році

Як видно з рис. 2, середня відстань переміщення 1 тону вантажу автотранспортом значно менше ніж для інших видів транспорту, що вказує на специфіку його роботи. Так, автомобільний транспорт в основному застосовується для перевезення товарів від станцій залізниць, морських та річкових портів, зі складів виробничих і сільськогосподарських підприємств на склади оптових підприємств, а потім і з цих складів до об'єктів торгівельних мереж, для переміщення товарів між магазинами і для виїзної торгівлі.

Середньодобовий обсяг перевезення вантажів за видами транспорту в 2018 році показано на рис. 3.

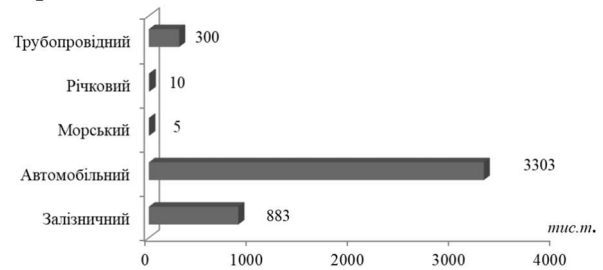


Рис. 3. Середньодобовий обсяг перевезення вантажів за видами транспорту в 2018 році

Згідно з рис. 3, в середньому за добу автомобільним транспортом виконується перевезення близько 3303 тис. т. вантажів, що є найбільшим показником за видами транспорту.

Основною продукцією вантажних автомобільних перевезень є [1]: продукція добувної промисловості (32,7 млн. т); харчові продукти (10,9 млн. т); продукція сільського та лісового господарств, мисливства (9,3 млн. т); неметалева мінеральна продукція (7,7 млн. т); деревина та вироби з дерева (3,14 млн. т), а також кокс з вугіллям (3,0 млн. тис. т) [1].

В публікації [2] автори констатують зростання обсягів перевезень автотранспортом, однак відмічають, що такий тренд вимагає посилення контролю з метою функціонування автотранспортних підприємств виключно у правовому полі. Це дозволить захистити інтереси споживачів автотранспортних послуг і забезпечити його ефективне регулювання державою. Так, на даний момент склалася ситуація, за якої ліцензія потрібна лише для автопідприємств, які здійснюють перевезення небезпечних вантажів у внутрішньому та міжнародному сполученнях, а також для міжнародних перевезень вантажів, у той час як для інших видів перевезень ліцензія не потрібна. Це, на думку авторів, може негативно впливати на якість надання транспортних послуг, оскільки перевірка стану автотранспортних засобів та професійних компетенцій водіїв

покладена на керівництво автопідприємств (без регулярного зовнішнього контролю), що може викликати недобросовісне виконання існуючих вимог законодавства та, в окремих випадках, не виключає виникнення проблемних ситуацій при наданні транспортних послуг.

Проблема вибору способу транспортного забезпечення вирішується на основі критеріїв, які є пріоритетними для власника вантажу. Найбільш часто їх оцінюють за такими критеріями [3]:

- мінімум витрат на перевезення;
- мінімум часу доставки товару;
- мінімум ризику несвоєчасної доставки;
- максимум провізної здатності транспорту;
- готовність до перевезення в різних умовах;
- мінімум втрат вантажу при перевезенні.

Крім того, можуть враховуватись також фінансовий стан перевізника, наявність додаткових послуг з експедиційного обслуговування, комплектації і доставки вантажу, гнучкість маршруту транспортних засобів, можливість переадресації вантажу в дорозі, регулярність роботи транспорту, компетентність персоналу та якість транспортних послуг, можливість контролю руху товару в дорозі за допомогою засобів геолокації, відсутність негативного впливу на навколишнє середовище тощо. Перелік факторів, які можуть враховуватись тим чи іншим споживачем транспортних послуг при виборі автоперевізника, може суттєво відрізнятись.

Перевезення вантажу багато в чому визначається експлуатаційними якостями рухомого складу, серед яких важливими є пристосованість до вантажно-розвантажувальних робіт, плавність ходу, маневреність, готовність до руху, запас ходу, компактність, прохідність та вантажомісткість.

В сучасних умовах автомобільним транспортом здійснюється обслуговування як ряду промислових підприємств, так і торгових точок міста. З розвитком різноманітних галузей бізнесу у значної кількості споживачів зростає потреба в дрібнопартійних перевезеннях (як правило, від 10 кг до 2000 кг) вантажів широкої номенклатури [4]. Потенційними споживачами послуг доставки невеликих партій продукції є підприємства і організації різних форм власності, а також індивідуальні підприємці. Велику частину клієнтів складають постійні споживачі: на їх частку припадає переважна частина перевезених обсягів дрібнопартійних вантажів [5].

Відносно недавно основною метою діяльності автопідприємства з доставки вантажів було лише виконання ним плану перевезення. Однак

у сучасних умовах акценти значно змінилися і з'явилося розуміння, що головною метою для такого підприємства повинна бути доставка потрібної кількості та якості вантажу у вказані місце й час з мінімальними витратами. Традиційні технології транспортного обслуговування не можуть забезпечити потрібних результатів, тому з цією метою доцільно використовувати комплексний логістичний підхід до організації перевізного процесу, адже в умовах жорсткої конкуренції будь-яке автотранспортне підприємство повинно чітко реагувати на зміни ринку транспортних послуг та бути зацікавленим не лише в отриманні прибутку, а й у повному задоволенні потреб кінцевого споживача.

Останнім часом паралельно з розбудовою міст відбувається збільшення кількості торгових точок, що викликає зростання обсягів перевезень вантажів. Таким чином, попит на транспортне обслуговування підприємств шляхом доставки товарів дрібними партіями зростає. Даний вид доставки найбільш характерний для торгівлі та транспортування соціально важливих вантажів, продовольчих товарів, вантажів сфери побутового обслуговування, пошти і т. д. [5].

Для досягнення оптимального варіанту функціонування усіх складових транспортної системи (виробництво, зберігання, доставка, реалізація) необхідно використовувати сучасні логістичні принципи та методики [6]. Одним з логістичних способів зниження витрат є оптимізація розміру партії вантажу при організації постачання вантажів на розподільчі склади або безпосередньо вантажоодержувачу, адже зі збільшенням партії одноразової доставки зростають запаси продукції на складах, що призводить до збільшення поточних витрат на її зберігання, однак скорочуються питомі витрати на навантаження, транспортування вантажів. Як вказують автори публікації, оптимальний обсяг партії може бути знайдений виходячи з методики управління запасами.

Можна відмітити, що даний підхід може бути ефективним для підприємства-постачальника, з високим темпом виробництва продукції, проте не завжди реалізується для обслуговування, наприклад, роздрібних торгових точок.

Крім того, слід відмітити, що перевезення дрібних партій вантажу є дорогим процесом. У роботах [5, 7] автори з'ясували, що при перевезенні масових вантажів транспортні витрати значно нижче, ніж при доставці дрібних партій вантажів. Їх дослідження показали, що хоч дрібнопартійні перевезення і становлять близько 3 % від загальної транспортної роботи, проте

транспортні витрати на ці перевезення можуть складати 25-35% від усіх витрат (нераціональний вибір маршрутів руху призводить до підвищення пробігу автомобілів).

Постановка задачі дослідження

Таким чином, підвищення ефективності доставки збірних вантажів автомобільним транспортом до кінцевих споживачів є важливою та актуальною науково-практичною проблемою, вирішенням якої уже тривалий час займається численна когорта світових науковців.

Далі у статті виконано дослідження вказаної проблеми як задачі комівояжера.

Методика вирішення

Вказана проблема є одним з найбільш поширених різновидів задач маршрутизації.

Організацію транспортного обслуговування необхідно здійснювати за умови мінімізації нераціональних пробігів, які безпосередньо впливають на величину загального пробігу автомобіля. Одним із методів підвищення ефективності технології розвізних маршрутів може бути доставка попутних партій вантажу від декількох виробників, тобто спільне розвезення сумісних вантажів (як безпосередньо зі складів цих виробників, так і з центру їх консолідації). Це дозволить знизити величину холостих пробігів, а також підвищити продуктивність транспортної роботи.

Удосконалення організації транспортного обслуговування кінцевих споживачів міста шляхом дрібнопартійних перевезень передбачає рішення оптимізаційних задач. Задачі маршрутизації передбачають [8]: відомі місцезнаходження вантажовідправників і вантажоодержувачів; обсяги вивезення і завезення вантажів; рухомий склад; транспортна мережа, а також умови руху. Необхідно знайти такі впорядковані множини пунктів, пов'язаних між собою, які формують маршрути, а доставка вантажів ними приводить до досягнення оптимального значення заданої цільової функції.

Згідно [9] у загальному вигляді задачі маршрутизації транспорту при перевезенні вантажів можна записати наступним чином.

Задана матриця ваги транспортного графу

$$B = \begin{pmatrix} \text{---} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1h} & \dots & a_{1N} \\ a_{21} & \text{---} & a_{23} & \dots & a_{2h} & \dots & a_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{N1} & a_{N2} & a_{N3} & \dots & a_{Nh} & \dots & \text{---} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де a_{Nh} – вага дуги (відстань, час, витрати, робота) між пунктами транспортної мережі.

Потрібно мінімізувати цільову функцію

$$f(B) = \sum_{i=1}^n a_{Nh} \rightarrow \min, \quad (2)$$

Обмеження при цьому будуть наступними

$$\begin{cases} m = \sum_{i=1}^n k_i, a_{Nh} \geq 0, \\ Q_j = \sum_{j=1}^d q_j \leq q, \\ \sum_{j=1}^m Q_j = \sum_{i=1}^n G_i. \end{cases} \quad (3)$$

де q_j – кількість вантажу в j -му пункті;

q – вантажопідйомність автомобіля;

G_i – кількість вантажу на n -й базі.

При $a_{ij} \neq a_{ji}$ матриця (1) буде несиметричною.

Задача маршрутизації є складною математичною проблемою, яку можна вирішувати за допомогою методів математичного моделювання. Для цього необхідно визначити набір пунктів, які входять в цикл перевезень, а також знайти послідовність їх об'їзду. Вказана проблема може бути вирішена за допомогою задачі комівояжера.

Задача комівояжера – одна з найвідоміших задач комбінаторної оптимізації. Проблема вирішення цієї задачі вперше офіційно з'явилася в наукових колах в 1832 році, проте оптимальні методи її вирішення почали з'являтися тільки в середині минулого століття, коли вона була представлена в якості задачі дискретної оптимізації. В умовах задачі вказуються критерій оптимальності маршруту (найкоротший чи найдешевший) і відповідні матриці відстаней або вартості. Задача вирішується на основі циклу Гамільтона, тобто такого замкнутого шляху, який проходить через кожен вершину графа рівно по одному разу [10].

Задача комівояжера полягає в тому, що аналізує n пунктів, з одного із яких виїжджає комівояжер і об'їжджає всі пункти за умови, що він відвідає кожен пункт лише один раз. Відстань між ними не однакова, тому кожна послідовність пунктів дає різну сумарну відстань пробігу. Потрібно знайти такий порядок відвідування пунктів, щоб сумарна пройдена відстань була мінімальною, і комівояжер повернувся в той пункт, з якого почав свій маршрут. Іншими словами, в підвішеному повному графі потрібно

знайти цикл Гамільтона мінімальної ваги [10, 11]. Маршрут буде оптимальним, якщо на ньому досягається критичне значення цільової функції. Так, наприклад, цільова функція (2) описує зміни основного критерію оптимізації (пробігу автомобіля, часу руху, транспортної роботи, транспортних витрат); також для неї наведений ряд обмежень (3).

Задача комівояжера відноситься до числа трансобчислювальних, оскільки кількість можливих маршрутів факторіально залежить від кількості точок (існує $(n - 1)!$ маршрутів для асиметричної задачі та $(n - 1)! / 2$ для симетричної задачі комівояжера). Вже при не дуже значній кількості пунктів вона може не бути вирішена методом повного перебору варіантів за прийнятний час навіть на дуже продуктивних ЕОМ. У таблиці 1 наведені дані про кількість маршрутів для деякої мережі з n пунктів та прогнозований час пошуку оптимального маршруту для неї на деякій ЕОМ, що може обробляти умовно 10^6 варіантів за секунду.

Таблиця 1

Параметри пошуку оптимального маршруту обходу всіх точок мережі повним перебором

Кількість точок n	10	15	20	30	100
Маршрутів	$1,8 \cdot 10^5$	$4,4 \cdot 10^{10}$	$6,1 \cdot 10^{16}$	$4,1 \cdot 10^{33}$	$4,7 \cdot 10^{155}$
Час пошуку	0,2 с	12 год	1928 р	$1,4 \cdot 10^{17}$ р	$1,5 \cdot 10^{142}$ р

Потенційне збільшення швидкості комп'ютера в 10^3 чи навіть в 10^6 разів принципово не вирішить дану проблему (при наявності на мережі більше 20 точок). Таким чином, надзвичайно актуальною задачею є пошук ефективних шляхів суттєвого зменшення обсягів розрахунків, та/або пошук квазіоптимальних маршрутів, які будуть менш точні ніж оптимальні, однак для визначення яких на ЕОМ достатньо буде декілька секунд.

Для вирішення даної проблеми застосовують методи вирішення задач оптимізації маршруту, класифікація яких наведена на рис.4 [5, 12].

Точні методи гарантують отримання оптимального значення цільової функції, проте вони передбачають складність математичних композицій, ітераційний характер і великий обсяг обчислювальних операцій. Проте навіть з використанням потужних ЕОМ оптимальне рішення за прийнятний час з використанням деяких з цих методів може бути отримане лише для відносно невеликої кількості пунктів.

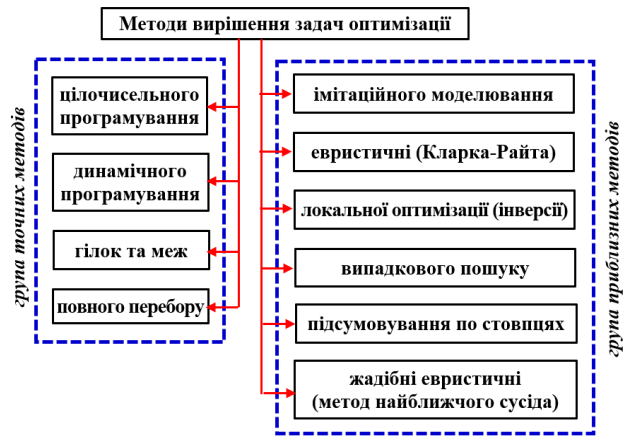


Рис. 4. Класифікація методів вирішення задач оптимізації маршруту

Одним із найбільш поширених точних методів є **метод гілок і меж** [5, 10-12]. Даний метод застосовує «дерево» рішень та визначає принципи роботи конкретних алгоритмів пошуку рішення. На кожному кроці вся множина маршрутів доставки розбивається на дві непересічних підмножини. Одна підмножина утворює маршрути, які включають дугу $(i - j)$, а інша – маршрути, які цю дугу не включають. У процесі рішення будується «дерево» варіантів, що має в кожній вершині дві гілки. Якщо варіант обходу пунктів однієї з гілок «дерева» має довжину маршруту меншу, ніж нижня межа будь-якої з нерозбитих підмножин, то цей маршрут буде оптимальним.

Приблизні методи дозволяють знаходити рішення задачі в допустимі строки з різними обмеженнями та мають однопрохідний характер розрахунків і використовують відносно простий математичний апарат. При цьому дані методи дають квазіоптимальні рішення (їх похибка може складати понад 10 %).

Одним із найбільш простих приблизних (евристичних) методів є **метод найближчого сусіда** [13]. Даний метод відноситься до категорії «жадібних» алгоритмів. Пункти, які необхідно відвідати, послідовно включаються у маршрут, причому кожен черговий пункт, що включається, повинен бути найближчим до останнього вибраного пункту серед всіх інших, ще не включених до складу маршруту. Одним з евристичних критеріїв оцінки рішення є правило: якщо маршрут, пройдений на останніх кроках алгоритму, можна порівняти з маршрутом, пройденим на початкових етапах, то можна умовно вважати знайдений маршрут прийнятним, інакше, ймовірно, існують кращі рішення.

Виконаємо дослідження ефективності доставки збірних вантажів автомобільним

транспортном шляхом вирішення задачі комівояжера методами найближчого сусіда та «гілок і меж».

Вирішення задачі будемо виконувати для наведеної на рис. 5 схеми розташування торгових точок деякого міста, які необхідно обслужити автотранспортним підприємством, ефективність роботи якого досліджується.

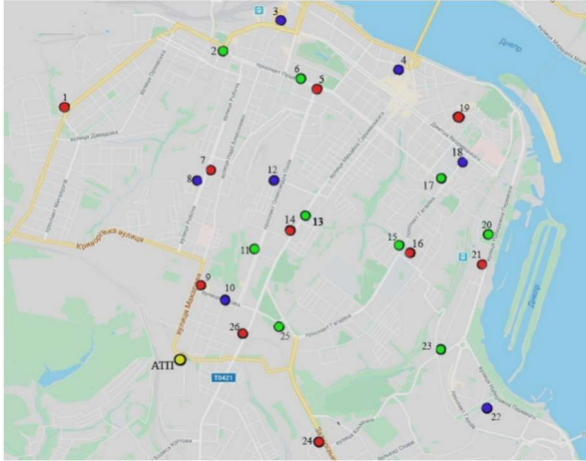


Рис. 5. Схема розміщення торгових точок міста

На базі рис. 5, за допомогою картографічного сервісу Google була складена матриця відстаней між торговими точками транспортної мережі, що досліджується. Якщо між деякими пунктами немає безпосереднього зв'язку, то в матриці ставиться символ «∞». При визначенні відстаней між точками враховувались пропускна здатність вулиць та напрямки руху транспортних потоків.

В результаті розрахунків отримані наступні параметри кращих маршрутів доставки збірних вантажів кінцевим споживачам для двох, описаних раніше методів, наведені у табл. 2.

Для наочності отримані результати також наведені у графічному вигляді: для методу найближчого сусіда – на рис. 6, а, для методу «гілок і меж» – на рис. 6, б.

Використовуючи отримані параметри маршрутів доставки збірних вантажів виконаємо порівняльну економічну оцінку методів, що розглядаються. Вартість транспортного обслуговування залежить від встановленого тарифу надання послуг та часу використання автомобіля під час виконання доставки вантажів.

Таблиця 2

Параметри маршрутів доставки збірних вантажів для різних методів

Метод	Кращий маршрут доставки збірних вантажів до торгових точок	L, км
Найближчого сусіда	0 ▶ 10 ▶ 9 ▶ 26 ▶ 25 ▶ 14 ▶ 12 ▶ 11 ▶ 13 ▶ 7 ▶ 8 ▶ 5 ▶ 6 ▶ 3 ▶ 2 ▶ 1 ▶ 4 ▶ 19 ▶ 17 ▶ 18 ▶ 15 ▶ 16 ▶ 23 ▶ 22 ▶ 21 ▶ 20 ▶ 24 ▶ 0	67,29
«Гілок та меж»	0 ▶ 9 ▶ 8 ▶ 7 ▶ 1 ▶ 2 ▶ 3 ▶ 5 ▶ 6 ▶ 12 ▶ 4 ▶ 19 ▶ 17 ▶ 15 ▶ 16 ▶ 18 ▶ 20 ▶ 21 ▶ 22 ▶ 23 ▶ 24 ▶ 26 ▶ 13 ▶ 14 ▶ 11 ▶ 25 ▶ 10 ▶ 0	60,19

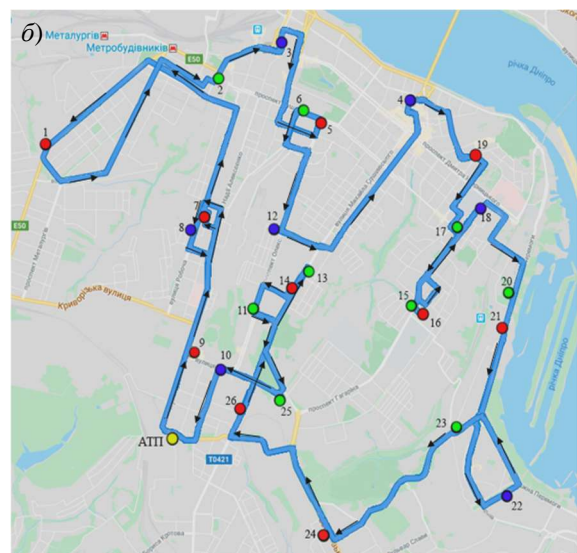
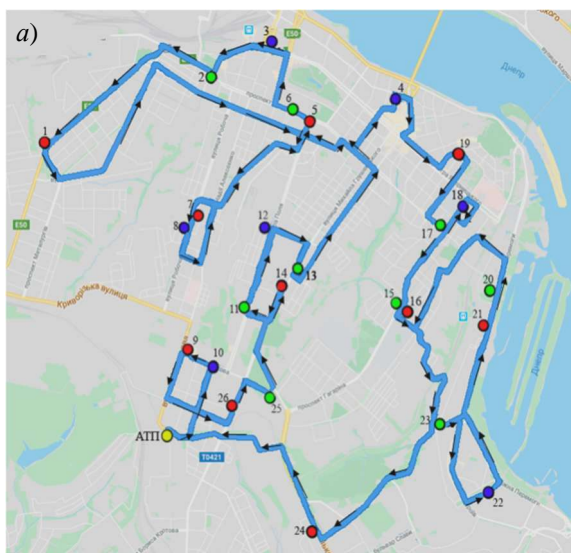


Рис. 6. Порядок доставки збірних вантажів до торгових точок міста: а) метод найближчого сусіда, б) метод «гілок та меж»

Річна собівартість виконання замовлень може бути визначена за виразом [14]

$$S_p = 365 \cdot K_{\text{зам}} \cdot (S_{\text{пост}} \cdot T_{\text{заг}} + S_{\text{зм}} \cdot T_p^{\text{об}}), \quad (4)$$

де $K_{\text{зам}}$ – кількість замовлень в день, які виконуються на даному маршруті;

$S_{\text{пост}}$ – постійні витрати за годину виконання замовлення;

$T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість, що необхідна для виконання замовлення

$S_{\text{зм}}$ – змінні витрати за годину руху;

$T_p^{\text{об}}$ – час руху маршрутом.

Загальну тривалість доставки збірних вантажів можна визначити як

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{зав}}^{\text{скл}} + \sum t_0 + \sum t_p + \sum t_{\text{в.оп}} + t_{\text{розв}}^{\text{скл}}, \quad (5)$$

де $t_{\text{зав}}^{\text{скл}}$ – тривалість завантаження на складі;

$\sum t_0$ – тривалість нульових пробігів автомобіля від АТП до складу та навпаки;

$\sum t_p$ – загальна тривалість руху автомобілів на маршруті;

$\sum t_{\text{в.оп}}$ – тривалість вантажних операцій у торгових точках;

$t_{\text{розв}}^{\text{скл}}$ – тривалість розвантаження автомобіля на складі (за необхідності).

Достовірну оцінку тривалості доставки збірних вантажів згідно [15] можна отримати за виразом

$$T_{\text{заг}}^{\text{об}} = n \cdot t_{\text{в.оп}} + \frac{L_m}{V_e}, \quad (6)$$

де n – кількість торгових точок на маршруті;

$t_{\text{в.оп}}$ – час вантажних операцій у торговій точці;

L_m – довжина маршруту;

V_e – середня експлуатаційна швидкість руху маршрутом.

Використовуючи все наведене вище, були виконані дослідження, в результаті яких встановлено, що при обслуговуванні торгових точок за квазіоптимальним маршрутом, який було знайдено методом найближчого сусіда, тривалість знаходження на маршруті становитиме 8,0 год, тоді як для оптимального маршруту методу «гілок та меж» ця тривалість складе 7,6 год. В той же час з метою коректної оцінки доцільності пошуку раціонального маршруту з використанням будь-якого із існуючих методів був складений деякий випадковий порядок обслуговування

торгових точок, загальна довжина якого склала 81,23 км, а тривалість обслуговування – 8,7 год.

Порівняльна характеристика маршрутів за основними параметрами наведена у табл. 3.

Таблиця 3

Порівняльна характеристика маршрутів

Параметри	Довільний маршрут	Метод найближчого сусіда	Метод гілок і меж
L , км	81,23	67,29	60,19
ΔL , %	-	-17,2 %	-25,9 %
T , год	8,7	8,0	7,6
ΔT , %	-	-8,1 %	-12,6 %
S_p , грн	679 130	630 253	602 323
ΔS_p , %	-	-7,2 %	-11,3 %

Враховуючи отримані результати, можна зробити декілька висновків.

Насамперед слід відмітити, що мінімальні витрати на доставку збірних вантажів отримані для оптимального маршруту, визначеного методом «гілок та меж». Даний результат є закономірним, адже вказаний метод є покращеною версією повного перебору. У той же час варто відмітити і те, що використання даного методу для значної кількості точок на мережі може вимагати дуже багато часу для пошуку оптимального маршруту.

По-друге, слід відзначити, що метод найближчого сусіда хоч і демонструє для свого квазіоптимального маршруту дещо гірші параметри довжини, тривалості роботи та витрат, разом з цим він забезпечує суттєву економію витрат у порівнянні з довільно вибраним маршрутом. Важливо відзначити також і те, що реалізація даного методу на ЕОМ дозволить отримати квазіоптимальний маршрут для будь якої мережі за незначний час, хоч і його параметри на 7 % – 20 % (в залежності від величини транспортної мережі) можуть бути гіршими ніж параметри оптимального маршруту.

Таким чином, у залежності від кількості точок на мережі та тривалості розрахунків, у ряді ситуацій для пошуку раціонального маршруту доставки збірних вантажів від місць консолідації вантажів до кінцевих споживачів доцільно використовувати метод «гілок та меж», а в інших ситуаціях – метод найближчого сусіда.

З метою ефективного використання дані методи доцільно реалізувати у вигляді відповідного програмного забезпечення, організувавши тим самим систему підтримки прийняття рішень.

Висновок

Проаналізувавши викладений матеріал, можна зробити висновок, що автомобільний транспорт займає важливу роль у формуванні та розвитку економічної, політичної та соціальної складових країни. На сьогодні більша частка вантажних перевезень на короткі відстані припадає саме на автотранспорт. Крім того, хоч дрібнопартійні перевезення становлять незначну частку (близько 3 %) від загальної транспортної роботи, проте транспортні витрати на ці перевезення можуть складати до 35 % від усіх витрат. Все це викликає необхідність раціональної організації транспортного обслуговування.

Так, у процесі дослідження встановлено, що найбільш ефективним методом для планування маршруту розвезення збірних вантажів є метод «гілок і меж». Саме застосування даного методу дозволяє в будь-яких умовах та при будь-яких відстанях отримати маршрут з найменшою загальною відстанню переміщення автотранспортного засобу, а, отже, і з мінімальними витратами як паливних так і фінансових ресурсів на обслуговування кінцевих споживачів. Однак, за наявності на маршруті дуже значної кількості точок, з метою компромісу між швидкістю розрахунків та їх достатньою точністю можна використовувати також і метод найближчого сусіда.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Погрібняк О. М. Сучасні умови та особливості правового регулювання перевезень вантажів автомобільним транспортом України / О. М. Погрібняк, А. С. Дорош, Є. Б. Демченко // Транспортні системи і технології перевезень : збір. наук. пр. Дніпр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2018. – Вип. 16. – С. 83–92.
3. Дудар Т. Г., Волошин Р. В. Основи логістики: навч. посіб. / Т. Г. Дудар, Р. В. Волошин – К.: Центр учбової літератури, 2012 – 176 с.
4. Вельможин А. В. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие для вузов / А. В. Вельможин – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.

5. Никоноров В. М. Математические методы решения задачи маршрутизации мелкопартийных перевозок / В. М. Никоноров // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2011 – № 6 – С. 222-226.

6. Ширяев, С. А. Особенности функционирования системы доставки грузов в торговую сеть автомобильным транспортом: монография / С. А. Ширяев, С. А. Кашеев; ВолгГТУ. – Волгоград, 2015. – 160 с.

7. Robertson V. Route optimization is the better way to bigger profits / V. Robertson // Motortruck. – 1984. – №5. – С. 27 – 28.

8. Просов С. Н. Маршрутизация грузовых автомобильных перевозок: дис. канд. техн. наук / С. Н. Просов // МАДИ-ТУ – 2002. – С. 77 – 92.

9. Домке Э. Р. Методы оптимизации маршрутных схем развозки грузов автомобильным транспортом: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед. / Э. Р. Домке, С. А. Жесткова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 164 с.

10. Литтл Дж. Алгоритм решения задачи коммивояжера / Дж. Литтл и др. // Экономика и математические методы. – 1965. – №1. – С. 94 – 107.

11. Atkinson A., Epstein M. Measure for measure: Realizing the power of the balanced score card // A. Atkinson, M. Epstein // CMA Management. – 2000 – №1 – С. 101-103.

12. Ніколаєнко Д. В. Аналіз методів вирішення завдань доставки дрібнопартійних вантажів / Д. В. Ніколаєнко // Вісник ХНУ. – 2013 – № 3, Том 1. – С. 195-197.

13. Gutin G., Yeo A., Zverovich A. Traveling salesman should not be greedy: domination analysis of greedy-type heuristics for the TSP / G. Gutin, A. Yeo, A. Zverovich – Discrete Applied Mathematics – 2002 – С. 81-86.

14. Ефанов А. В., Зырянова Н. И. Экономика автотранспортного предприятия: учеб. пособие / А. В. Ефанов, Н. И. Зырянова – Екатеринбург, ГОУ ВПО, 2006 – 218 с.

15. Босняк М. Г. Вантажні перевезення: Навчальний посібник для вузів / М. Г. Босняк – К.: Видавничий Дім «Слово», 2010. – 408 с.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Ломотьком Д. В. (Україна)

Надійшла до редколегії 12.10.2020

Прийнята до друку 21.10.2020

И. Я. СКОВРОН, А. С. ДОРОШ, Е. Б. ДЕМЧЕНКО, Т. В. БОЛВАНОВСКАЯ,
В. В. МАЛАШКИН

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОСТАВКА СБОРНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Цель. Исследование общепринятой системы организации транспортного обслуживания автотранспортным предприятием, совершенствование технологии планирования перевозок и оптимизация процесса доставки сборных грузов от мест их консолидации к конечным потребителям (предприятиям, складам, торговым точкам, почте и др.). **Методика.** При формулировании задачи исследования важным является учёт максимального количества наиболее влиятельных факторов: объёмов перевозимых партий грузов; географического положения мест консолидации и погрузки грузов, а также конечных потребителей; тип и грузоподъёмность подвижного состава; сроки доставки грузов; особые условия выполнения погрузочно-разгрузочных работ и т. д. Задача определения оптимального маршрута решалась как задача коммивояжёра с использованием методов комбинаторной оптимизации, логистики и одного из эвристических методов. **Результаты.** В данной статье были выполнены исследования различных методов планирования маршрута движения автомобиля при доставке сборных грузов к конечным потребителям. В результате были получены рекомендации по выбору метода планирования маршрутов доставки указанных грузов в той или иной ситуации. **Практическая значимость.** Несмотря на то, что мелкопартионные перевозки составляют незначительную долю от общей транспортной работы, однако транспортные расходы на них составляют около трети всех расходов. В этой связи, рациональное решение вопроса маршрутизации необходимо для эффективного управления перевозочным процессом и сокращения расходов энергетических ресурсов при выполнении транспортной работы по обслуживанию конечных потребителей. Это позволит снизить себестоимость перевозки груза и улучшить экономические показатели работы автотранспортного предприятия в целом.

Ключевые слова: автомобильный транспорт; мелкопартионные грузы; повышение эффективности доставки; задача коммивояжёра; обслуживание конечных потребителей

I. SKOVRON, A. DOROSH, Y. DEMCHENKO, T. BOLVANOVSKA, V. MALASHKIN

THE EFFICIENCY IMPROVEMENT OF GROUPAGE CARGO DELIVERY BY ROAD TRANSPORT

Purpose. The purpose of this article is to study the generally accepted system of transport service, improve the technology of transportation planning and optimize the process of delivery of groupage cargo from the places of their consolidation to end users (enterprises, warehouses, outlets, post offices etc.). **Method.** When formulating the research task, it is important to take into account the maximum number of the most important factors: the size of the transported consignments; geographical of points of goods storage and loading, as well as end users' location; type and load capacity of rolling stock; terms of delivery; special conditions for carrying out loading and unloading operations, etc. The problem of determining the optimal route was solved as a travelling salesman's problem using the methods of combinatorial optimization, logistics and some heuristic methods. **Results.** Researches of various methods of the car route planning for the delivery of groupage cargoes to end consumers were carried out. As a result, the recommendations of the method choice for planning the delivery routes of the goods in different situations were given. **Practical significance.** Despite the fact that groupage cargoes accounts for a small share of total transport work, but transport costs for them reach a third of all costs. In this regard a rational solution of the routing problem is necessary for effective management of the transportation process and reducing the cost of energy resources in the operation of road transport, which will allow to reduce the transportation costs and improve the economic performance of the whole.

Keywords: road transport; groupage cargo; increase of delivery efficiency; travelling salesman problem (TSP); service of end consumers

УДК 65.1

А. М. БЕРЕСТОВОЙ^{1*}, С. Г. ЗИНЧЕНКО^{2*}, О. А. ХЛЕСТОВА^{3*}

^{1*} Каф. «Автомобильный транспорт», ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет», ул. Университетская, 7, 87555, Мариуполь, Украина, тел. +38 (067) 625 64 16, эл. почта bamami36@gmail.com, ORCID 0000-0001-7637-2319

^{2*} Каф. «Управление персоналом и экономики труда», Мариупольский институт Межрегиональной академии управления персоналом, ул. Громовой, 62, 87556, Мариуполь, Украина, тел. +38 (067) 713 26 38, эл. почта s-zinchenko@ukr.net, ORCID 0000-0001-7761-7429

^{3*} Каф. «Охрана труда и защиты окружающей среды», ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет», ул. Университетская, 7, 87555, Мариуполь, Украина, тел. +38 (050) 472 82 17, эл. почта hlestova182@gmail.com, ORCID 0000-0002-4287-4203

ОЦЕНКА НА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОСНОВЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОРСКОГО ПОРТА

Аннотация. В статье рассмотрена проблема оценки на многокритериальной основе качества работы элементов транспортно-технологической системы морского порта.

Способ оценки показателей работы транспортно-технологической системы морского порта построен на формировании и сравнении массива данных обусловленных показателях экономической, экологической, социальной, функциональной и других видов эффективностей данной системы.

Управление международной транспортной системой, которой является транспортно-технологическая система морского порта, несёт в себе довольно сложный эконометрический характер с логистическими принципами «компромиссность, невмешательство, качество, риски» и другие. Более простой является оценка качества на многокритериальной основе с использованием человеко-машинных процедур, что актуально для оценки работы транспортно-технологической системы морского порта в современных условиях дерегуляции. Это характерно для работы морских портов.

Человеко-машинная процедура предусматривает использование двух возможностей: первая – достоверно необходимые и точные данные, полученные от лиц, принимающих решения; вторая – разработка алгоритма и программы, что позволяет ускорить расчеты необходимых оценочных данных и установления оценки затрат на качество работ в транспортно-технологической системе морского порта.

Особое внимание при использовании аппарата человеко-машинных процедур по расчёту оценки качества на многокритериальной основе, заслуживает выбор весовых критериев с оценкой «важности» отклонений затрат на качества работы конкретного элемента от показателей в практике работы отдельных элементов транспортно-технологической системы морского порта.

Качество работ элементов транспортно-технологической системы морского порта следует оценивать на многокритериальной основе по затратам на достижение значения соответствующего оценочного показателя эффективности в зависимости от стоимости груза.

Составлена блок-схема алгоритма для ускорения расчетов необходимых оценочных данных по установлению оценки затрат на качество работ в транспортно-технологической системе морского порта, по которой определяются коэффициенты весомости затрат при оценке работ отдельных ее элементов.

Таким образом, разработанный метод позволяет оценить на многокритериальной основе объем затрат, эффективность и качество работы любого элемента транспортно-технологической системы морского порта в неопределенных условиях, особенно при дерегуляции перевозок грузов, а также наметить и разработать конкретные мероприятия для улучшения оценочных показателей данной системы.

Ключевые слова: оценка; критерии; многокритериальность; транспортно-технологическая система; морской порт, качество

Введение

В настоящее время качество услуг транспортно-технологической системы (ТТС) морского порта (МП), рис.1, оценивается, в основном, в балльных показателях, без должного учета множества внешних и внутренних факторов, влияющих на работу МП [1, с. 1-2], [2, с.

120]. В современных условиях для оценки качества работы инфраструктуры морского порта, ее элементов процессных объектов и технологий, требуется учет определенного множества различных факторов, обладающих разноплановыми, порой противоречивыми, показателями с их оценочными критериями [3, с. 272].

Особенно это важно в условиях дерегуляции грузопотоков.

На рис. 1 приведена обобщённая семантическая схема взаимосвязи основных элементов транспортно-технологической системы морского порта, на которой показано взаимодействие производителя и потребителя груза, а также внешнего (для морского порта) транспорта.

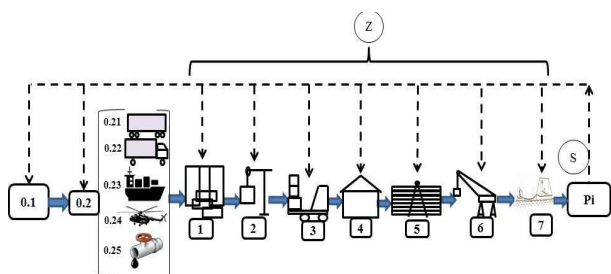


Рис. 1. Семантическая схема взаимосвязи основных элементов транспортно-технологической системы морского порта

Условные обозначения: 0.1 – производитель груза; 0.2 – внешний транспорт (0.21 – железнодорожный, 0.22 – автомобильный, 0.23 – водный, 0.24 – воздушный, 0.25 – зафиксированный, например: конвейерный, трубопроводный и т. п.); 1 – подготовка к разгрузке; 2 – разгрузка; 3 – складирование; 4 – хранение; 5 – подготовка к погрузке на морское судно; 6 – погрузка; 7 – отшвартовка; Pi – потребитель; S – все затраты в ТТС МП (оплачиваются потребителем, что заложено в цене груза); Z – затраты морского порта.

Это представляет определенную проблему, решение которой является актуальной задачей.

Анализ публикаций

Анализ последних публикаций и исследований показывает, что для получения качественного продукта должны быть заранее установлены четкие, измеримые требования к процессу его производства и не менее четкие представления о том, что будет результатом производства, оказанной услуги. Вопросам дерегуляции потоков в морских портах Украины посвящена работа [4, с. 73-91], в которой установлен характер дерегуляции грузопотоков. В источниках [5, с. 255-290], [6, с. 183-190] и других проанализированы разработки относительно уровня качества промышленной продукции.

При этом научные исследования качества услуг транспортно-технологической системы морского порта практически отсутствуют. Поэтому исследования, направленные на оценку факторов, влияющих на показатели работы ТТС морского порта в условиях дерегуляции

грузопотоков, следует считать актуальными.

Определение качества дано в [5, с. 10-11]: качество – весьма емкая, сложная и универсальная категория, имеющая множество различных аспектов. К таким аспектам можно отнести: технический, социальный, экономический, философский, экологический и другие [6, с. 7].

Моделирование на многокритериальной основе оценки факторов, обеспечивающих эффективную работу транспортных объектов морского порта рассмотрено в работе [7, с. 210-214].

Качество работы транспортно-технологической системы морского порта относительно по своему содержанию, поэтому рассматривается в качестве случайной величины. Качество портовой продукции и услуг является основным инструментом повышения уровня конкуренции между портами [8, с. 3].

Цель

Цель исследования – разработка метода оценки качества услуг, оказываемых транспортно-технологической системой морского порта при перевозке различных грузов с изменяющимися характеристиками: количественным составом, объемами транспортировки.

Объект исследования – транспортно-технологическая система морского порта.

Предмет исследования – оценка на многокритериальной основе качества работы элементов транспортно-технологической системы морского порта.

Методы исследования

В работе использованы следующие методы исследования:

- дедуктивный – при логическом переходе от оценки эффективности работы в стоимостном выражении всей транспортно-технологической системы морского порта к оценке эффективности при выполнении требований конкретного критерия;

- синтеза – при установлении связей между критериями разного рода показателей;

- диакоптики – при исследовании оценки работы транспортно – технологической системы морского порта с разбиением ее на отдельные составляющие;

- другие методы, необходимые для исследований оценки эффектометрики работы транспортно-технологической системы морского порта.

Результаты исследований

Исследованиями [4, с. 75-87], [9, с. 70-74] установлены тренды дерегуляции грузопотоков за длительный период, а также поля резерва работ транспортно-технологической системы морского порта в период дерегуляции грузопотоков. На основании проведенных исследований можно установить коэффициент дерегуляции, который находится в пределах соотношений работ транспортно-технологической системы морского порта в периоды максимального и минимального количества перегружаемого груза.

Коэффициент дерегуляции показывает степень эффективности работы элементов транспортно-технологической системы морского порта. Это позволяет оценить общие прибыльность и эффективность транспортно-технологической системы морского порта в целом, в зависимости от показателей коэффициента дерегуляции. В современной практике можно встретить различного рода эффективностей, представляющих отдельную науку – эффектометрию, имеющую свои показатели и их оценочные критерии, например: стоимостную (условные единицы цены), социальную и эстетичную (баллы), экологическую (единицы предельно допустимых концентраций (ПДК)), функциональную – надежность (доли единицы), производительность (т/час), временную (час, год), температурную ($^{\circ}\text{C}$), пространственную (м^3), информационную (байты), энергетическую (ватт, джоуль), трудовую (человеко-часы), природно-ресурсную (т, м^3), территориальную (м^2 , км^2), инновационную и правовую (баллы), унификационную (%), скоростную (км/час) и определенное множество других.

Для исследования принято, в качестве примера, 9 различных показателей (табл. 1) эффектометрии транспортно-технологической системы морского порта с их разнородными критериями.

С точки зрения современной логистики как науки об удовлетворении запросов потребителя, все основные показатели транспортно-технологической системы морского порта носят эконометрический характер, в том числе и выступающие в качестве потребителей этапы рассматриваемой системы.

Следует учитывать, что при оценке качества по критерию «удовлетворенность потребителя» можно принять около 15% от стоимости затрат (S) оплаченных потребителем [10, с. 136-137].

Управление международной транспортной системой, какой является транспортно-технологическая система морского порта, несет в себе

весьма сложный эконометрический характер с логистическими принципами «компромиссность, невмешательство, качество, риски» и другие. Более простой является оценка качества на многокритериальной основе с использованием человеко-машинных процедур, что актуально для оценки работы транспортно-технологической системы морского порта в современных условиях дерегуляции. Это характерно для работы морских портов.

Человеко-машинная (ЛПП и ЭВМ) процедура предусматривает использование двух возможностей: первая – достоверно необходимые и верные данные, полученные от лиц, принимающих решения (ЛПП); вторая – разработка алгоритма и программы, позволяющих ускорить расчеты необходимых оценочных данных по установлению оценки расходов по качеству работ в транспортно-технологической системе морского порта.

Особое внимание, при использовании аппарата человеко-машинных процедур по расчету оценки качества на многокритериальной основе, заслуживает выбор весовых критериев с оценкой «важности» отклонений затрат по качеству работы конкретного элемента от значений в практике работы отдельных элементов транспортно-технологической системы морского порта.

Качество работ элементов транспортно-технологической системы морского порта следует оценивать по затратам на достижение значения соответствующего оценочного показателя эффективности в зависимости от стоимости груза.

В то же время, следует понимать, что цена груза зависит от качества работ с ним в транспортно-технологической системе морского порта.

Качество транспортных услуг в ТТС МП также определяют следующие показатели с их критериями: скорость (км/час); регулярность (время: часы, сутки и т.д.); надежность доставки (доли единицы) и другие.

Логистическая экономико-математическая модель оценки на многокритериальной основе затратности качества работы каждого элемента транспортно-технологической системы морского порта может быть представлена в следующем виде:

$$Z_{ij} = f(S, K_i, K_{ij}, Z, \alpha), \quad (1)$$

где S – стоимость (цена) единицы груза;

Z – сумма затрат средств, выделенных ЛПП на оплату стоимости работ МП по перегрузке груза с внешнего транспорта на морской и

заложенного в цену S единицы груза, условные единицы стоимости;

$$Z = S \cdot \alpha \quad (2)$$

где α – доля работ ТТС МП в стоимости единицы груза;

$$0 < \alpha < 1 \quad (3)$$

где K_i – коэффициент значимости принятого этапа в ТТС МП (табл.1);

i – количество принятых этапов (рис.1);

K_{ij} – коэффициент значимости j -го элемента ТТС МП (табл.1), который устанавливает ЛПР;

j – количество принятых к рассмотрению оценочных показателей.

На основании исследований [11, с. 113], по основным и вспомогательным работам, с использованием ЛПР, составляется табл. 1 коэффициентов значимости затрат на их выполнение.

Таблица 1

Коэффициенты значимости затрат от стоимости груза при оценке на многокритериальной основе качества работ элементов транспортно-технологической системы морского порта (ТТС МП)

№	Оценочные показатели	Критерий показателя	Номера этапов ТТС МП ($i = 1, \dots, 7$), коэффициенты значимости этапов (K_i) и оценочных показателей ($K_{ij}, j = 1, \dots, 10$)							Условие
			1	2	3	4	5	6	7	
			K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	$\sum K_i = 1$
1	Экономический	Единица цены	K_{11}	K_{21}	K_{31}	K_{41}	K_{51}	K_{61}	K_{71}	
2	Экологический	ПДК	K_{12}	K_{22}	K_{32}	K_{42}	K_{52}	K_{62}	K_{72}	
3	Энергетический	кВт	K_{13}	K_{23}	K_{33}	K_{43}	K_{53}	K_{63}	K_{73}	
4	Время	Час, год	K_{14}	K_{24}	K_{34}	K_{44}	K_{54}	K_{64}	K_{74}	
5	Социальный	Баллы	K_{15}	K_{25}	K_{35}	K_{45}	K_{55}	K_{65}	K_{75}	
6	Функциональный (надежность)	Доли единицы	K_{16}	K_{26}	K_{36}	K_{46}	K_{56}	K_{66}	K_{76}	
7	Затраты труда	Человеко-час	K_{17}	K_{27}	K_{37}	K_{47}	K_{57}	K_{67}	K_{77}	
8	Информация	Байты	K_{18}	K_{28}	K_{38}	K_{48}	K_{58}	K_{68}	K_{78}	
9	Вес груза	Тонна	K_{19}	K_{29}	K_{39}	K_{49}	K_{59}	K_{69}	K_{79}	
10	Другие показатели	Критерий конкретного показателя	K_{110}	K_{210}	K_{310}	K_{410}	K_{510}	K_{610}	K_{710}	
Итого (Условие)			$\sum K_{ij} = K_1$	$\sum K_{ij} = K_2$	$\sum K_{ij} = K_3$	$\sum K_{ij} = K_4$	$\sum K_{ij} = K_5$	$\sum K_{ij} = K_6$	$\sum K_{ij} = K_7$	

Основу табл. 1 составляют этапы (расположенные по горизонтали) обработки грузов в ТТС МП, которые показаны на рис.1 в виде i -х затрат (принимается количество этапов $i=7$), а также j -е показатели с их критериями, показанные на рис. 2 (принимается $j=10$), расположенные по вертикали (табл. 1).

Затраты входят в стоимость (цену) S груза.

Блок-схема алгоритма расчета на многокритериальной основе оценочных данных ТТС МП представлена на рис. 2.

Согласно данной блок-схеме определяются коэффициенты значимости затрат при оценке на многокритериальной основе качества работ отдельных элементов ТТС МП.

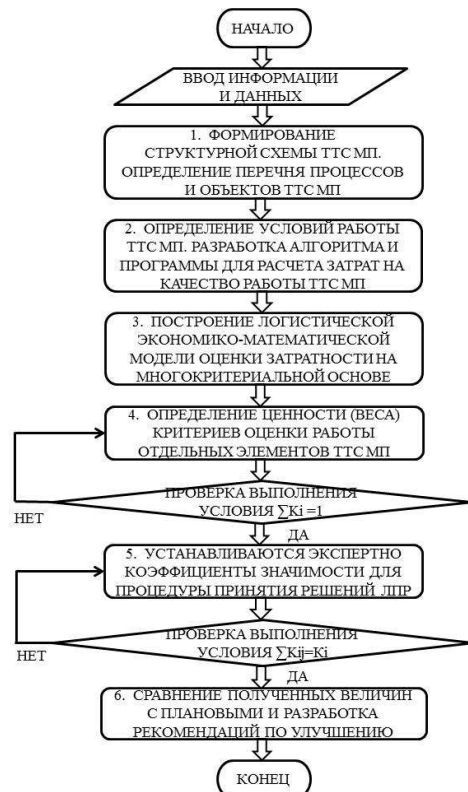


Рис. 2. Семантическая схема взаимосвязи основных элементов транспортно-технологической системы морского порта

Используя таблицу 1, стоимость груза Z и разработанную блок-схему (рис. 2) можем рассчитать, что, например, на 6-ом этапе ТТС МП на выполнение 7-го показателя затраты (Z_{67}) будут равны:

$$Z_{67} = K_{67} \cdot Z. \quad (4)$$

Сравнивая полученную величину затрат с плановой, мы можем оценить качество работ по достижению выполнения 7-го показателя на 6-м этапе работы ТТС МП и наметить соответствующее мероприятие по качеству сервиса рассматриваемого 6-го этапа, направление его

улучшения с использованием человеко-машинных процедур.

Вывод

Предложен метод оценки на многокритериальной основе качества работы транспортно-технологической системы морского порта с использованием данных, полученных от лиц, принимающих решения, и алгоритм, который позволяет ускорить расчеты необходимых оценочных данных.

Разработанный метод с использованием человеко-машинных процедур позволит оценить затратность, эффективность и качество работы любого элемента транспортно-технологической системы морского порта в неопределенных условиях, особенно при дерегуляции грузоперевозок, а также наметить и разработать мероприятия для улучшения их оценочных показателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) // Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. – Національний стандарт України. Видання офіційне. – Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 45 с.
2. Петров С. И. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учеб. пособие [Текст] / С. И. Петров. – Омск: ОИВТ (филиал) ФБОУ ВПО «НГАВТ», 2012. – 154 с.
3. Берестовой А. М. Синтез процессов и объектов в материальных потоках транспорта затвердевающих жидкостей. [Текст] / Дис. докт. техн. наук. Мариуполь, ПГТУ. – 2002. – 528 с.
4. Зинченко С. Г. Контроллинг эксплуатации и ремонта объектов транспортно-технологической системы морского порта в условиях дерегуляции перевозок грузов и наличия суброгационного оборудования [Текст] / С. Г. Зинченко. – Мариуполь: ООО «ППНС», 2017. – 159 с. – ISBN 978-617-7413-45-4.

5. Салимова Т. А. Управление качеством: учебник по специальности «Менеджмент организации» [Текст] / Т. А. Салимова. – 5-е изд., стер. – М.: «Омега-Л», 2011. – 416 с.

6. Мишин В. М. Управление качеством: Учебное пособие для ВУЗов. [Текст] / В. М. Мишин. – М.: ЮНИТИ-Дана, 2000. – 303 с.

7. Зинченко С. Г. Моделирование на многокритериальной основе оценки факторов, обеспечивающих эффективную работу транспортных объектов морского порта [Текст] / С. Г. Зинченко, О. А. Хлестова, Л. Ф. Хлопецкая // Вісник ПДТУ. Технічні науки Маріуполь. Вип. 37, 2018. – С. 209-216.

8. Наврозова Ю. А. Экономические основы управления качеством продукции морских торговых портов Украины: дисс. ... кандидата экон. наук: 08.07.04: защищена 21.06.2005. [Текст] // Одесса, ОНМУ. – 2005 – 216 с.

9. Зинченко С. Г. Оцінка витрат на якість в сучасних умовах [Текст] / С. Г. Зинченко // Наукові праці МАУП (екон. науки), 2018. – Вип. 2 (56). – К.: МАУП, С. 66-76.

10. Парфеньева И. Е., Андина Ю. С. Оценка качества деятельности организации методом самооценки // Сборник статей по мат. XXXII научно-практической конференции [Текст] / Технические науки – от теории к практике. – Новосибирск: СибАК, – № 3 (28), 2014. – С. 132-139.

11. Хлестова О. А. Повышение эффективности транспортно-технологической схемы доменного производства: дис. канд. наук: 05.22.12: защищена 27.04.15: утв. 12.05.15 [Текст] / О. А. Хлестова. – Днепрпетровск, 2015. – 172 с.

Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. Белозеровым В. Е. (Украина)

Поступила в редколлегию 17.09.2020.
Принята к печати 02.10.2020.

А. М. БЕРЕСТОВОЙ, С. Г. ЗИНЧЕНКО, О. А. ХЛЕСТОВА

ОЦІНКА НА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНІЙ ОСНОВІ ЯКОСТІ РОБОТИ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ МОРСЬКОГО ПОРТУ

Анотація. В статті розглянуто проблему оцінки на багатокритеріальній основі якості роботи елементів транспортно-технологічної системи морського порту.

Спосіб оцінки показників роботи транспортно-технологічної системи морського порту побудований на формуванні і порівнянні масиву даних обумовлених показників економічної, екологічної, соціальної, функціональної та інших видів ефективностей даної системи.

Управління міжнародною транспортною системою, якою є транспортно-технологічна система морського порту, несе в собі вельми складний економетричний характер з логістичними принципами «компромісність, невтручання, якість, ризики» та інші. Більш спрощеною є оцінка якості на багатокритеріальній основі з

використанням людино-машинних процедур, що актуально для оцінки роботи транспортно-технологічної системи морського порту в сучасних умовах дерегуляції. Це є характерним для роботи морських портів.

Людино-машинна процедура передбачає використання двох можливостей: перша – достовірно необхідні і точні дані, що отримані від осіб, які приймають рішення; друга – розробка алгоритму і програми, що дозволяють прискорити розрахунки необхідних оціночних даних з встановлення оцінки витрат з якості робіт в транспортно-технологічній системі морського порту.

Особливу увагу при використанні апарату людино-машинних процедур з розрахунку оцінки якості на багатокритеріальній основі, заслуговує вибір вагових критеріїв з оцінкою «важливості» відхилень витрат з якості роботи конкретного елемента від показників в практиці роботи окремих елементів транспортно-технологічної системи морського порту.

Якість робіт елементів транспортно-технологічній системі морського порту слід оцінювати на багатокритеріальній основі по затратах на досягнення значення відповідного оціночного показника ефективності в залежності від вартості вантажу.

Складено блок-схему алгоритму для прискорення розрахунків необхідних оціночних даних з встановлення оцінки витрат з якості робіт в транспортно-технологічній системі морського порту, за якою визначаються коефіцієнти вагомості витрат при оцінці робіт окремих її елементів.

Таким чином, розроблений метод дозволяє оцінити на багатокритеріальній основі обсяг витрат, ефективність і якість роботи будь-якого елемента транспортно-технологічної системи морського порту в невизначених умовах, особливо при дерегуляції перевезень вантажів, а також намітити і розробити конкретні заходи для поліпшення оціночних показників даної системи.

Ключові слова: оцінка; критерії, багатокритеріальність; транспортно-технологічна система; морський порт; якість

A. M. BERESTOVOI, S. G. ZINCHENKO, O. A. KHLIESTOVA

ASSESSMENT ON A MULTI-CRITERIA BASIS OF QUALITY OF WORK OF ELEMENTS OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SYSTEM OF THE SEA PORT

Abstract. The article considers the problem of evaluating, on a multicriteria basis, the quality of work of elements of the transport and technological system of the seaport.

The method for evaluating the performance indicators of the transport and technological system of the seaport is based on the formation and comparison of a data array of conditional indicators of economic, environmental, social, functional and other types of effectiveness of this system.

The management of the international transport system, which is the transport and technological system of the seaport, bears a rather complicated econometric character with the logistic principles of “compromise, non-interference, quality, risks” and others. A simpler is the assessment of quality on a multi-criteria basis using human-machine procedures, which is relevant for evaluating the operation of the transport and technological system of the seaport in modern conditions of deregulation. This is typical for seaports.

The human-machine procedure involves the use of two possibilities: the first is reliably necessary and accurate data received from decision makers; the second is the development of an algorithm and program that allows you to speed up the calculations of the necessary estimates and establish estimates of the cost of the quality of work in the transport and technological system of the seaport.

Particular attention when using the apparatus of human-machine procedures for calculating the quality assessment on a multi-criteria basis deserves the choice of weight criteria with an assessment of the “importance” of deviations of the cost of the work of a particular element from the indicators in the practice of individual elements of the transport and technological system of the seaport.

The quality of work of the elements of the transport and technological system of the seaport should be assessed on a multi-criteria basis at the cost of achieving the value of the corresponding estimated efficiency indicator depending on the value of the cargo.

A block diagram of the algorithm has been compiled to accelerate the calculation of the necessary estimated data for establishing an estimate of the cost of the quality of work in the transport and technological system of the seaport, which determines the coefficients of the weight of costs in evaluating the work of its individual elements.

Thus, the developed method makes it possible to assess, on a multicriteria basis, the volume of costs, the efficiency and quality of work of any element of the transport and technological system of the seaport in uncertain conditions, especially when deregulating cargo transportation, as well as to outline and develop specific measures to improve the estimated performance of this system.

Key words: assessment; criteria; multicriteria; transport and technological system; seaport; quality

УДК 656.621

А. М. ОКороков^{1*}, Р. В. Вернигора^{2*}, А. І. Кузьменко^{3*}

^{1*}Каф. «Управління експлуатаційною роботою», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 04, ел. пошта andrew.okorokoff@gmail.com, ORCID 0000-0002-3111-5519

^{2*}Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 12, ел. пошта rv.vernigora@gmail.com, ORCID 0000-0001-7618-4617

^{3*}Каф. «Транспортні системи та технології», Університет митної справи та фінансів, вул. Володимира Вернадського, 2/4, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 745 55 96, ел. пошта alia1971@i.ua, ORCID 0000-0001-7278-3647

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТА РІЧКОВОГО ТРАНСПОРТУ НА ПОРТОВОМУ ТЕРМІНАЛІ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Метою дослідження є удосконалення технології взаємодії автомобільного та річкового транспорту на території порту. **Об'єктом** дослідження є процес взаємодії автомобільного та річкового транспорту на портовому терміналі; **предметом** дослідження – технологія обслуговування різних видів транспорту на території портового терміналу. **Методика дослідження** – імітаційне моделювання. **Результатом дослідження** є аналітична оцінка роботи внутрішнього водного транспорту з перевезення вантажів, яка свідчить про відсутність комплексного підходу щодо удосконалення взаємодії різних видів транспорту на території портового терміналу. Тому пропонується пошук раціональної технології на підставі методів імітаційного моделювання, яка дозволяє скоротити час невиробничих простоїв. Раціональна організація перевантаження з автомобільного на річковий транспорт та навпаки передбачає створення на вантажному терміналі такої системи регулювання руху, яка забезпечує збір і збереження оперативної інформації про місцезнаходження автомобілів на вантажних фронтах портового терміналу, стану навантажувально-розвантажувальних механізмів та дозволяє приймати рішення про їх використання і передачу команд водіям автомобілів з метою підвищення ефективності взаємодії автомобільного та річкового видів транспорту під час перевалки вантажів. Для оцінки запропонованої технології на основі імітаційного моделювання та методів теорії масового обслуговування розраховано час перевалки вантажу та простоїв автомобілів під розвантаженням. Визначення простою автомобілів при різних дисциплінах вибору вантажного фронту (випадковий або регульований режим) дало можливість обрати найбільш раціональну систему підведення автомобілів до вантажних фронтів портового терміналу. Очікувана економічна ефективність за рахунок скорочення часу перевалки вантажів з одного виду транспорту на інший становить 20,5 тис. EUR. **Наукова новизна** полягає у теоретичному обґрунтуванні регульованої технології взаємодії автомобільного та річкового транспорту на території портового терміналу. При цьому формалізовано та на основі імітаційного моделювання вирішено завдання щодо визначення найбільш раціональної системи регулювання підведення автомобілів до вантажних фронтів портового терміналу, на яких відбувається перевантаження у річкові судна. Впровадження такої технології дозволяє скоротити простої транспортних одиниць та більш раціонально використовувати навантажувально-розвантажувальні механізми, і відповідно скоротити собівартість процесу перевантаження. **Практична значимість:** запропонована технологія може бути впроваджена у технологічні процеси великих річкових портових терміналів, на яких відбувається взаємодія різних видів транспорту. Результати моделювання рекомендовано використовувати працівникам диспетчерського апарату під час планування підведення автомобілів на причальні вантажні фронти.

Ключові слова: річковий транспорт; автомобільний транспорт; портовий термінал; імітаційне моделювання

Вступ

Перевезення внутрішніми водними шляхами (ВВШ) розглядаються Урядом України як напрямок, який необхідно розвивати для підтримки української економіки, через збільшення кількості транспортних та логістичних альтернатив з метою створення більш ефективної та стійкої логістичної системи [1]. Розвиток річкового транспорту, що забезпечує «зелені»

перевезення, може мати значний вплив також на соціальний розвиток та навколишнє природне середовище України.

З точки зору суспільних переваг, розвиток річкового транспорту в Україні та включення його в систему мультимодальних перевезень дозволить не тільки знизити енергетичні витрати та скоротити шкідливі викиди в атмосферу, але й транспортувати товари суднами типу «ріка-

море» між великими промисловими центрами країни та чорноморськими портами без додаткового перевантаження. Окрім того, це дасть можливість знизити навантаження на автомобільні дороги та залізниці, звільнивши їх від частини нерентабельних перевезень. Але річковий транспорт практично не може розвиватися без взаємодії із наземними видами транспорту, адже в більшості випадків вантаж від підприємств може бути доставлений лише вагонами або автомобілями. При цьому у більшості випадків використовується саме автомобільний транспорт, перевага якого полягає у можливості доставки обмежених партій вантажів на невеликі відстані від вантажовласників, що тяжіють до річкового порту. У зв'язку з цим актуальним та перспективним напрямком є створення у найближчій перспективі багатофункціональних портових хабів за участю внутрішнього водного транспорту (ВВТ). Так, Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року наголошує на необхідності поліпшення судноплавних характеристик річкового транспорту та збільшення обсягів перевезень з використанням ВВТ у 5 разів [2].

Проте, існує ряд проблемних питань, які стримують зростання перевезень ВВТ України та потребують невідкладного розв'язання [1]. Серед них – недосконалість, застарілість, часто відсутня та нерозвинена причальна інфраструктура, зношеність та дефіцит сучасного вантажного та технічного флоту, низька пропускна здатність під'їзних шляхів; відсутність стійкого механізму фінансування галузі тощо.

Мета дослідження

Очевидно, що оновлення та розвиток портової інфраструктури та рухомого складу потребує значних фінансових інвестицій. Тому перспективним напрямком удосконалення річкових перевезень є впровадження організаційних заходів, спрямованих на раціоналізацію перевізного процесу, зокрема, при виконанні перевантажувальних операцій на портових терміналах між автомобільним та річковим транспортом. Такі заходи не потребують значних капіталовкладень, однак дозволяють покращити експлуатаційні показники, знизити невиробничі простой рухомого складу та відповідно, скоротити, собівартість перевізного процесу. В зв'язку з цим метою даного дослідження удосконалення технології взаємодії автомобільного та річкового транспорту на вантажних фронтах портових терміналів за рахунок впровадження регульованого режиму підведення автомобілів.

Аналіз публікацій

Дослідженню проблем взаємодії різних видів транспорту у портах присвячено досить багато наукових робіт, зокрема таких науковців, як Костров В. Н., Кучерук Г.Ю., Літвінова Я.В., Матюгин М. А., Милославська С. В., Нагорний Є. В., Нікітін П. В., Нікіфоров В. С. та інші.

Так, робота [3] присвячена розробці методичних основ забезпечення якості та ефективності функціонування транспортно-логістичних систем доставки вантажів внутрішнім водним транспортом або в комбінованому сполученні з його участю. В роботі сформовано типові логістичні схеми транспортування, розроблені методики визначення тимчасових і вартісних показників типового технологічного процесу транспортування вантажів. Однак, модель, запропонована у цій роботі, не є універсальною та має обмежене застосування для дослідження взаємодії видів транспорту у портах.

В ґрунтовному дослідженні [4] виконане наукове обґрунтування вибору найбільш ефективних методів і організаційних форм забезпечення сталого розвитку і підвищення конкурентоспроможності підприємств річкового транспорту в умовах ринкової економіки. Цікавою є думка автора стосовно вибору опорних портових терміналів з метою першочергового фінансування. У цьому випадку основний ефект від концентрації перевалочних робіт може бути отриманий саме за рахунок об'єктів водного транспорту. Це зниження витрат на будівництво і експлуатацію причалів, навантажувально-розвантажувальної техніки, складів, інженерних мереж, будівель і споруд. Розглядається включення портів в мережу логістичних центрів для зміцнення взаємодії з наземним транспортом та поліпшення планування перевезень. Але у даній роботі увага зосереджена більше на економічних аспектах, ніж на технологічно-управлінських.

Автором наукової роботи [5] розроблено економіко-математичну модель генерування оперативних альтернатив обробки вантажу в порту для ефективної роботи річкового логістичного центру. Визначення оптимальної величини партії вантажу було виконане на основі побудованої оптимізаційної моделі. Однак при цьому не враховано характер черги автомобілів та особливості розвитку інфраструктури конкретного терміналу.

Стаття [6] присвячена дослідженню характеристик та розробці економіко-математичної моделі функціонування змішаного вантажного терміналу (річкового чи морського порту) як сукупності взаємопов'язаних підсистем

багатоканальних систем масового обслуговування (СМО) з групами однорідних каналів обслуговування. Разом з тим, в роботі зовсім не розглядаються питання вибору раціональної системи підведення автомобілів до вантажних фронтів портового терміналу.

Таким чином, можна констатувати, проблеми взаємодії річкового та наземного транспорту завжди були у полі зору вчених та фахівців-практиків, якими розроблено ряд підходів до підвищення ефективності цього процесу. Разом з тим, аналіз показує, що існуючі підходи часто не враховують специфіку та особливості сучасних умов функціонування річкового транспорту України і відповідно потребують удосконалення, в першу чергу, щодо розробки ефективних технологій перевантаження у портах.

Аналіз сучасного стану річкового транспорту України

Річковий транспорт має низку переваг перед автомобільним та залізничним, що створює передумови зміни логістичних маршрутів на користь перевезень ВВШ, зокрема [1]:

1) вантажопідйомність: 2 баржі та буксир замінюють 250 вантажівок, або 100 залізничних вагонів та 2 локомотиви; можливість перевезень великогабаритних вантажів;

2) економія на ремонті доріг: 1 млн. тон вантажів перевезених річкою зменшує витрати на ремонт доріг до 1 млрд. грн. протягом 4 років;

3) екологічність: сучасний річковий транспорт є найбільш екологічним нарівні із залізничним та автомобільним, що значно підвищує його конкурентоспроможність з огляду на останні тенденції екологізації ЄС та впровадження відповідних стандартів.

Можливості внутрішнього водного транспорту України можна охарактеризувати наступними показниками:

- 3 судноплавні річки, дві з яких входять до ТОП-5 найбільших річок Європи;
- 16 річкових портів та терміналів;
- 60 млн. тон пропускної здатності на рік.

Загальна довжина судноплавних річок України, які використовуються як водні шляхи, становить 2241 км, з яких Дніпро є найважливішою водотранспортною магістраллю. Басейн Дніпра займає близько 65 відсотків річкового простору України.

За даними експертних аналітичних досліджень в сфері вантажних перевезень [1, 7, 8], потенційна вантажна база річкових перевезень складає 12 областей, з території яких вантажі потенційно можуть перевозитись річкою Дніпро.

Потенційний обсяг перевезення складає близько 60 млн. т з прогнозом зростанням до 80 млн. т до 2030 року.

Разом з тим, потенціал річкових перевезень наразі використовується на 10...15%. Якщо, у 1990 р. загальні обсяги вантажів, що транспортувались ВВШ України складали близько 65 млн. т., то за роки незалежності цей показник знизився у 6...7 разів і наразі за різними оцінками становить 4...12 млн. т. рік [9, 10]. Таке значне розходження пояснюється тим, що законодавством не передбачене обов'язкове подання даних про перевезення ВВШ. Річкова інформаційна служба (РІС) фіксує дані від капітанів суден при проходженні шлюзів, при цьому може виникати подвійне врахування одних тих самих обсягів, в свою чергу, Державна служба статистики, отримує інформацію далеко не від усіх річкових перевізників.

Разом з тим, аналіз загальних тенденцій показує наступне. Так, до 2015 р. обсяги річкових перевезень демонстрували стійкий тренд до зменшення. Відповідно, за незначним виключенням, занепадала як портова інфраструктура, так і парк вантажних суден. Однак, з 2016 р. ситуація почала змінюватись – приватний бізнес почав поступово оцінювати переваги та можливості річкового транспорту, інвестувати у відновлення інфраструктури та рухомого складу. Відповідним чином почали зростати і обсяги перевезення вантажів ВВШ, які у 2019 р. за даними РІС досягли рівня 11,8 млн. т [1].

Основними вантажами, що транспортуються ВВШ (рис 1), є будівельні (47%), рудні (16%), зернові (11%), зернові (11%), чорні метали (10%).



Рис. 1. Структура вантажів, що перевозяться річковим транспортом

Середня відстань перевезення 1 т вантажу річковим транспортом складає близько 410 км у

каботажному сполученні та 910 – у міжнародному, в той час як на залізничному – 580 км, а на автомобільному – всього 60 км [11]. При цьому, за оцінками незалежної аудиторської компанії BakerTilly, вартість перевезення 1 т вантажу на 100 км у внутрішньому сполученні річкою складає 4,5 USD, залізницею – 7,8 USD, автомобілем – 11,2 USD [12]. Річкові перевезення, за наявності відповідної інфраструктури в місцях навантаження та вивантаження, можуть успішно конкурувати із залізничним транспортом на відстанях 300...500 км.

При використанні річкового транспорту для перевезення вантажів виникає проблема їх доставки від відправника до річкового порту (терміналу). Як показує аналіз, переважна частина вантажів, що транспортуються ВВТ, підвозиться в портові термінали та вивозиться з них саме автомобілями. Це обумовлено, серед інших причин, і тим, що територія річкових портів знаходиться у межах міст. Тому розвиток річкових перевезень неможливий без удосконалення процесу взаємодії автомобільного та річкового транспорту в місцях перевалки вантажів. Одним з можливих напрямків вирішення цієї задачі є розробка та впровадження на портових терміналах такої системи регулювання підведення автомобілів до фронтів, яка б, з одного боку, забезпечувала збір і збереження інформації про місцезнаходження автомобілів, стан навантажувально-розвантажувальних механізмів, з іншого – допомагала б логістичному оператору у прийнятті рішень щодо підведення автомобілів у порт з передачею відповідних розпоряджень водіям автомобілів.

Основні результати дослідження

Перевалка вантажів з автомобільного на річковий транспорт представляє собою складний стохастичний процес, що регулюється диспетчерським персоналом, а сам портовий термінал є багатоканальною та багатофазною ергатичною системою масового обслуговування (СМО). Заявками в цій системі є автомобілі, що надходять в порт для виконання вантажних операцій, а обслуговуючими пристроями (каналами обслуговування) – вантажні фронти терміналу, на яких виконуються вантажні операції з автомобілями. Враховуючи складність вказаної СМО, для оцінки ефективності запропонованої системи регулювання підведення автомобілів найбільш доцільно використовувати методи імітаційного моделювання, що є ефективним засобом дослідження складних систем, зокрема, транспортних [13].

Дане дослідження є розвитком наукових результатів, отриманих у [14], де було запропоновано схему можливих часових елементів логістичного ланцюжка обслуговування вантажопотоків під час їх обробки в річковому порту, а оцінка запропонованої технології виконана на основі розробленої імітаційної моделі.

У якості об'єкту дослідження було обрано вантажний район (термінал) Амур-Гавань Дніпровського річкового порту, який спеціалізується на перевантаженні зернових вантажів, металопрокату, навалочних вантажів (руда, вугілля, кокс, пісок, щебінь), контейнерів. Для виконання вантажних операцій термінал обладнаний порталними кранами та естакадно-конвейерним комплексом, загальна площа складів – 34,6 тис. м² [15]. У даному дослідженні розглянуто склад металопрокату, що включає дві вантажні секції.

Як показує аналіз, наведений в [16], вантажопотоки під'їзних колій підприємств та портів характеризуються суттєвою нерівномірністю та у більшості випадків є стохастичними. На основі аналізу статистичних даних про надходження вантажних автомобілів на термінал Амур-Гавань було встановлено, що цей процес носить випадковий характер і підпорядковується закону Пуассона з інтенсивністю $\lambda_a = 2,65$ авто/год. Окрім того, встановлено, що тривалість обслуговування автомобіля в секції терміналу (виконання вантажних операцій) є випадковою величиною, що підпорядковується нормальному закону розподілу з параметрами: $M[t_{\text{обс}}] = 27$ хв., $\sigma_{\text{обс}} = 4$ хв.

Виконаємо імітаційне моделювання вхідного потоку автомобілів для періоду з 8:00 до 17:30 робочого дня. Якщо вхідний потік підпорядковується розподілу Пуассона, то інтервали між автомобілями визначаються як [17]:

$$I_i = -\frac{1}{\lambda_a} \cdot \ln R_i \quad (1)$$

де R_i – випадкові числа, що рівномірно розподілені в інтервалі [0; 1].

Момент надходження i -го автомобіля визначається за виразом:

$$T_i = T_{i-1} + I_i \quad (2)$$

Інтервали між автомобілями та моменти їх прибуття на термінал наведені у табл. 1.

Тривалість виконання вантажних операцій моделюється як нормально розподілена випадкова величина за виразом [17]:

$$t_i = M[t_{\text{обс}}] + \sigma_{\text{обс}} \cdot Z_i \quad (3)$$

де Z_i – випадкове число, що розподілене за нормальним законом з параметрами $M[Z]=0, \sigma_z=1$.

Результати моделювання тривалості обслуговування автомобілів наведені в табл. 1.

При нерегульованому обслуговуванні автомобілів кожен водій самостійно обирає секцію вантаження (навантаження) випадковим чином. Відповідно в даному дослідженні цей процес моделювався як випадкова подія із заданою ймовірністю. Оскільки на складі 2 вантажні секції, то у загальному випадку ймовірність вибору водієм кожної з них становить $P=0,5$. Таким чином, якщо, $R_i < P$, то автомобіль прямує для вантаження (навантаження) на 1-шу секцію, інакше – на 2-гу. Відповідні результати моделювання наведено у табл. 1. При цьому момент початку обслуговування автомобіля B_i визначається в залежності від зайнятості відповідної секції [17]:

$$B_i = \begin{cases} T_i, & \text{якщо } T_i \geq F_{i-1} \\ F_{i-1}, & \text{якщо } T_i < F_{i-1} \end{cases} \quad (4)$$

де F_{i-1} – момент закінчення обслуговування попереднього автомобіля на даній секції.

Момент закінчення вантажних операцій F_i з автомобілем визначається як:

$$F_i = T_i + t_i \quad (5)$$

Якщо при надходженні автомобіля вантажна секція зайнята попереднім автомобілем, то має місце очікування початку обслуговування:

$$W_i = B_i - T_i \quad (6)$$

Результати моделювання процесу надходження та обслуговування автомобілів складі металопрокату терміналу Амур-Гавань наведено у табл. 1. Для наочного уявлення про змодельований процес роботи складу по обслуговуванню автомобілів побудовано відповідний графік роботи складу, фрагмент якого наведений на рис. 2.

Таблиця 1

Результати моделювання складу при нерегульованому обслуговуванні автомобілів (фрагмент)

№ з/п	Інтервал I_i	Момент прибуття T_i	Вантажна секція	Тривалість вантажних операцій t_i	Тривалість очікування W_i		Закінчення обслуговування F_i
					Секція 1	Секція 2	
1	00:00	08:00	1	00:28	00:00	–	08:28
2	00:42	08:42	1	00:30	–	–	09:12
3	00:32	09:14	1	00:23	–	–	09:37
4	00:21	09:36	1	00:26	00:01	–	10:04
5	00:14	09:50	2	00:26	–	–	10:17
6	00:12	10:03	2	00:24	–	00:13	10:41
7	00:19	10:23	1	00:31	–	–	10:54
8	00:15	10:38	2	00:22	–	00:03	11:04
9	00:00	10:38	2	00:29	–	00:25	11:33
10	00:32	11:11	1	00:29	–	–	11:41
...
32	00:01	15:15	2	00:37	–	02:53	18:45
33	00:02	15:18	2	00:29	–	03:27	19:14
34	00:23	15:41	1	00:26	–	–	16:08
35	00:08	15:49	2	00:26	–	03:24	19:40
36	00:24	16:14	1	00:37	–	–	16:51
37	00:37	16:51	1	00:27	–	–	17:18
38	00:31	17:22	1	00:25	–	–	17:48
39	00:00	17:22	2	00:24	–	02:17	20:05

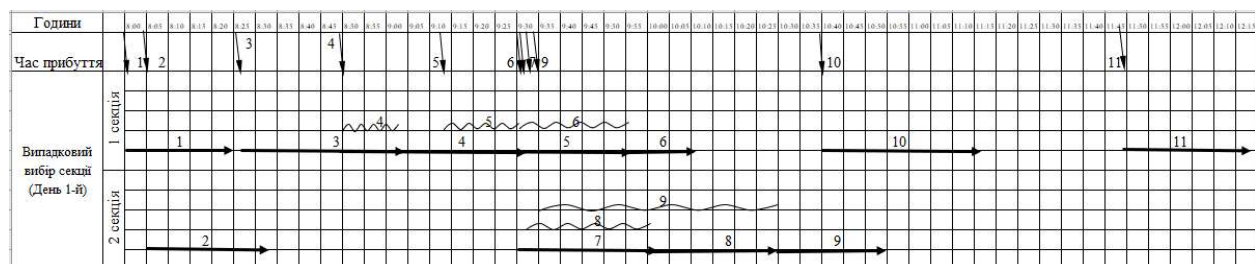


Рис. 2. Фрагмент графіку роботи складу терміналу при нерегульованому обслуговуванні автомобілів

Аналіз табл. 1 показує, що при нерегульованому підведенні часто має місце очікування автомобілями початку обслуговування внаслідок зайнятості вантажної секції, яку випадковим чином обрав водій. При цьому, в окремих випадках, інша вантажна секція складу є або є вільною, або звільняється раніше, ніж секція, обрана водієм автомобіля. Таким чином, на основі даних про поточний стан виконання вантажних операцій на вантажних секціях можливо регулювати вибір каналу обслуговування (секції) кожним

автомобілем. При регульованому підведенні автомобілів кожен наступний автомобіль направляється до того вантажного фронту, який вільний від обслуговування або до того, де обслуговування автомобіля закінчиться раніше. Для змодельованого потоку автомобілів (1)-(2) з врахуванням тривалості їх обслуговування (3) було виконане роботи складу при регульованому виборі вантажних секцій (табл. 2). Фрагмент графіку роботи складу при регульованому надходженні автомобілів наведено на рис. 3.

Таблиця 2

Результати моделювання складу при регульованому обслуговуванні автомобілів (фрагмент)

№ з/п	Інтервал I_i	Момент прибуття T_i	Вантажна секція	Тривалість вантажних операцій t_i	Тривалість очікування W_i		Закінчення обслуговування F_i
					Секція 1	Секція 2	
1	00:00			00:28	00:00	–	08:28
2	00:42	08:42	2	00:30	–	–	09:12
3	00:32	09:14	1	00:23	–	–	09:37
4	00:21	09:36	2	00:26	–	–	10:02
5	00:14	09:50	1	00:26	–	–	10:17
6	00:12	10:03	2	00:24	–	–	10:27
7	00:19	10:23	1	00:31	–	–	10:54
8	00:15	10:38	2	00:22	–	–	11:00
9	00:00	10:38	1	00:29	00:16	–	11:24
10	00:32	11:11	2	00:29	–	–	11:41
...
30	00:02	15:09	2	00:27	–	00:43	16:20
31	00:03	15:13	1	00:29	00:51	–	16:34
32	00:01	15:15	2	00:37	–	01:05	16:57
33	00:02	15:18	1	00:29	01:16	–	17:03
34	00:23	15:41	2	00:26	–	01:16	17:24
35	00:08	15:49	1	00:26	01:13	–	17:29
36	00:24	16:14	2	00:37	–	01:10	18:02
37	00:37	16:51	1	00:27	00:38	–	17:57
38	00:31	17:22	2	00:25	–	00:39	18:27
39	00:00	17:22	1	00:24	00:34	–	18:22

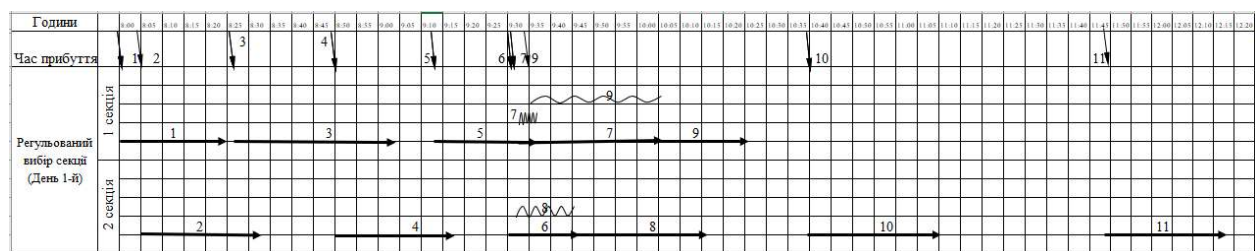


Рис. 3. Фрагмент графіку роботи складу терміналу при регульованому обслуговуванні автомобілів

Підсумкові результати моделювання (показники роботи складу) за двома варіантами підведення автомобілів наведено у табл. 3. При цьому визначено наступні показники: $N_{зм}$ – кількість автомобілів, обслужених за зміну, W – загальний простій автомобілів в очікуванні вантажних операцій, w – середній простій одного автомобіля в очікуванні вантажних операцій.

Аналіз табл. 3 свідчить, що при регульованому підведенні автомобілів їх простій в очікуванні початку вантажних операцій скорочується майже у 2 рази.

На основі отриманих показників можна визначити добову економію експлуатаційних витрат у системі «автомобільний транспорт – вантажний фронт – річковий транспорт» при організації раціонального регулювання підведення

автомобілів:

$$\Delta E = 250 \cdot N_{зм} \cdot c \cdot \frac{(w_n - w_p)}{60} \quad (7)$$

де c – собівартість 1 автомобіле-години (прийнято 5 EUR);

w_n, w_p – відповідно середній простій автомобіля в очікуванні вантажної операції при нерегульованому та регульованому підведенні, хв.;

250 – кількість робочих днів у році.

$$\Delta E = 250 \cdot 38 \cdot 5 \cdot \frac{(42,1 - 22,7)}{60} = 15,4 \text{ тис. EUR}$$

Таблиця 3

Результати моделювання роботи складу

Дисципліна	$N_{зм}$, од.	W , хв.	w , хв.
Нерегульований вибір секції	38	1600	42,1
Регульований вибір секції	38	864	22,7

У результаті скорочення простою автомобілів на вантажних фронтів зменшується тривалість рейсу автомобіля і відповідно їх необхідний парк для організації перевезень. При цьому економія від скорочення необхідного парку автомобілів визначається як:

$$\Delta K = K_a \frac{N_{зм} \cdot (w_n - w_p)}{60 \cdot t_{роб}} \quad (8)$$

де K_a – орієнтовна вартість вантажного автомобіля (прийнято 40 000 EUR);

$t_{роб}$ – середня тривалість роботи автомобіля протягом доби (прийнято 12 год.);

$$\Delta K = 40000 \frac{38 \cdot (42,1 - 22,7)}{60 \cdot 12} = 40,9 \text{ тис. EUR}$$

Приведена річна економія експлуатаційних витрат від впровадження заходів щодо регулювання підведення автомобілів до вантажних фронтів складе:

$$\Delta \Pi = \Delta E + \Delta K \cdot E_n \quad (9)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт приведення капітальних інвестицій (прийнято 0,125).

$$\Delta \Pi = 15,4 + 40,9 \cdot 0,125 = 20,5 \text{ тис. EUR}$$

Таким чином, організація раціональної системи регулювання підведення автомобілів до вантажних фронтів дозволяє одержати річну економію в розмірі 20,5 тис. EUR.

Висновки

Виконані дослідження дозволяють стверджувати, що річковий транспорт є важливою частиною єдиної транспортної системи країни, якій останнім чином приділяється все більше уваги. Це пояснюється як збільшенням зацікавленості відправників у стабільному та порівняно дешевому виді транспорту, так і у зростанні важливості екологічно чистого, «зеленого» транспорту.

Річковий транспорт відповідає всім переліченим вимогам, до того ж в Україні є позитивний досвід його використання для здійснення перевезень всіх видів вантажів. Проведені дослідження показали, що наразі найбільшу частку вантажопотоку становлять будівельні вантажі, здебільшого масові – пісок, щебінь і т.п., однак стало зростає перевезення зернових вантажів, є позитивні приклади перевезення контейнерів.

Аналіз літературних джерел показав, що ряд дослідників розглядали різні аспекти роботи річкового транспорту, проте вирішували здебільшого завдання організаційно-управлінського та науково-методичного характеру. Проте недостатня увага приділена була технологічним аспектам роботи, зокрема, взаємодії видів транспорту в річкових портах. Найбільш ефективним інструментом для дослідження технологічних процесів з випадковою тривалістю різних операцій є імітаційне моделювання.

На основі методів імітаційного моделювання виконано дослідження роботи річкового терміналу за умови випадкового та регульованого вибору вантажних секцій для обслуговування автомобілів. Було встановлено, що при регульованому підведенні автомобілів на 45% скорочується їх простій, а, відповідно, і їх необхідний робочий парк. При цьому річна економія витрат може становити до 20,5 тис. EUR.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Внутрішні водні шляхи України. Оф. сайт Мін. інфрастр. Укр. Інформація про водний транспорт України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-vodniy-transport-ukraini.html>

2. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>

3. Ничипорук, А. О. Методические основы обеспечения качества и эффективности функционирования транспортно-логистических систем доставки грузов на внутреннем водном транспорте: дис. на соиск. уч. степ. д. т. н. по спец-ти 05.22.19 –

Эксплуатация водного транспорта, судовождение / Е. С. Курбатова. – Ниж. Новгород: Волжский гос. универ. водного транспорта, 2017. – 395 с.

4. Курбатова, Е. С. Организационно-экономические предпосылки и условия эффективного использования речного транспорта в системе транспортных коммуникаций России: дис. на соиск. уч. степ. к. эк. н. по спец. 08.00.05 / Е. С. Курбатова – Москва : Гос. универ. управления, 2019. – 144 с.

5. Мельник, О. В. Економіко-математична модель генерування оперативних альтернатив обробки вантажу в порту / О.В. Мельник // Інвестиції: практика та досвід. – 2013. – № 18. – С. 106-109.

6. Кравченко, В. Г. Економіко-математична модель змішаного транспортного терміналу / В. Г. Кравченко // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2003. – № 1. – С. 159-161.

7. Від Горішніх Плавнів і далі. Стан річкового транспорту в Україні. Інфографіка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://texty.org.ua/pg/article/txts/read/68935/Vid_Goris_hnih_Plavniv_i_dali_Stan_richkovogo

8. О कोरोков, А. М., Вернигора, Р. В., Цупров, П. С. Річковий транспорт України: сучасний стан та перспективи використання / А. М. О कोरोков, Р. В. Вернигора, П. С. Цупров // Транспортні системи та технології перевезень. – 2016. – Вип. 12. – С. 62-68.

9. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

10. Річкова інформаційна служба водних шляхів України. Офіційний сайт [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://ukrris.com.ua/index.php>

11. Транспорт України-2019. Статистичний збірник – Київ: Державна служба статистики. – 2020. – 115 с.

12. Проблемы и возможности транспортного балласта Украины. Обзор команды BakerTilly [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://bakertilly.ua/ru/news/id43042>

13. Бобровский, В. И. Функциональное моделирование железнодорожных станций: монография / В. И. Бобровский, Д.М. Козаченко, Р.В. Вернигора, В.В. Малашкин –Днепропетровск: ДНУЗТ, 2015. – 269 с.

14. Кузьменко, А. І., Трофімов, О. В. Удосконалення транспортно-логістичних процесів обслуговування вантажопотоків на території річкового порту / А. І. Кузьменко, О. В. Трофімов // Системи та технології. – 2018. – № 1 (56). – С. 89-114.

15. Річкова інформаційна служба водних шляхів України. Дніпровський річковий порт. [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://ukrris.com.ua/hydraulics/ports/item.php?ID=568>

16. Вернигора, Р.В. Анализ неравномерности грузовых перевозок на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте/ Р.В. Вернигора, Н.И. Березовый // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – №2/3 (56). – с. 62-67.

17. Вернигора, Р. В. Основи дослідження операцій: приклади та задачі. Навчальний посібник для ВНЗ/ Р. В. Вернигора, Д. М. Козаченко, В. В. Малашкин – Дніпро: Вид-во ДНУЗТ, 2015. – 277 с.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Лаврухіним О. В. (Україна)

Надійшла до редколегії 05.10.2020.

Прийнята до друку 26.10.2020.

А. М. ОКОРОКОВ, Р. В. ВЕРНИГОРА, А. И. КУЗЬМЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА НА ПОРТОВОМ ТЕРМИНАЛЕ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Целью исследования является совершенствование технологии взаимодействия автомобильного и речного транспорта на территории порта. **Объектом исследования** является процесс взаимодействия автомобильного и речного транспорта на портовом терминале; **предметом исследования** – технология обслуживания различных видов транспорта на территории портового терминала. **Методика исследования** – имитационное моделирование. **Результатом исследования** является аналитическая оценка работы внутреннего водного транспорта по перевозке грузов, которая свидетельствует об отсутствии комплексного подхода по совершенствованию взаимодействия различных видов транспорта на территории речного терминала. Поэтому предлагается поиск рациональной технологии на основании методов имитационного моделирования, что позволит сократить время непроизводительных простоев. Рациональная организация перегрузки с автомобильного на речной транспорт и наоборот предусматривает создание на грузовом терминале такой системы регулирования движения, которая обеспечивает сбор и хранение оперативной информации о местонахождении автомобилей на грузовых фронтах портового терминала, состояния погрузочно-разгрузочных механизмов и позволяет принимать решения об их использовании и передаче команд водителям автомобилей с целью повышения эффективности взаимодействия автомобильного и речного видов транспорта во время перевалки грузов. Для оценки предложенной технологии на основе имитационного моделирования и методов теории массового обслуживания рассчитано время перевалки груза и простой автомобилей под выгрузкой.

Определение простоя автомобилей при различных дисциплинах выбора грузового фронта (случайный или регулируемый режим) дало возможность выбрать наиболее рациональную систему подвода автомобилей к грузовым фронтам портового терминала. Ожидаемая экономическая эффективность за счет сокращения времени перевалки грузов с одного вида транспорта на другой составляет 20,5 тыс. EUR. **Научная новизна** заключается в теоретическом обосновании регулируемой технологий взаимодействия автомобильного и речного транспорта на территории портового терминала. При этом формализована и на основе имитационного моделирования решена задача по определению наиболее рациональной системы регулирования подвода автомобилей грузовых фронтов портового терминала, на которых происходит перегрузка в речные суда. Внедрение такой технологии позволяет сократить простои транспортных единиц и более рационально использовать погрузочно-разгрузочные механизмы, и соответственно сократить себестоимость процесса перегрузки. **Практическая значимость:** предложенная технология может быть внедрена в технологические процессы крупных речных портовых терминалов, на которых происходит взаимодействие различных видов транспорта. Результаты моделирования рекомендуется использовать работникам диспетчерского аппарата при планировании подведения автомобилей на причальные грузовые фронты.

Ключевые слова: речной транспорт; автомобильный транспорт; портовой терминал; имитационное моделирование

A. M. OKOROKOV, R. V. VERNYHORA, a. I. KUZMENKO

STUDY OF INTERACTION OF AUTOMOTIVE AND RIVER TRANSPORT AT THE PORT TERMINAL BY THE METHOD OF SIMULATION

The **aim** of the study is to improve the technology of interaction between road and river transport on the territory of the port. The object of research is the port handling fronts; the subject of research is the technology of servicing various types of transport on the territory of the port terminal. **Research methodology** - simulation. The **result of the study** is an analytical assessment of the work of inland waterway transport for the carriage of goods, which indicates the absence of an integrated approach to improve the interaction of various modes of transport on the territory of the port terminal. Therefore, it is proposed to search for a rational technology based on simulation methods, which can reduce the time of non-production downtime. Competent organization of reloading from road to river transport and vice versa provides for the creation at the cargo terminal of such a traffic control system that provides collection and storage of operational information about the location of vehicles on the cargo fronts of the port terminal, the state of loading and unloading mechanisms, and allows making decisions on their use and transmitting commands to car drivers in order to improve the efficiency of interaction between road and river transport during cargo transshipment. For the proposed technology, the time for transshipment of cargo and idle time of vehicles under unloading was calculated using the theory of queuing systems. Counting the idle time of vehicles in various disciplines of choosing the cargo front (random or adjustable mode) made it possible to select the optimal system for regulating the approach of vehicles to the cargo fronts of the port terminal. The expected economic efficiency due to the reduction in the time of transshipment of goods from one mode of transport to another, according to the results of calculations, is 20,5 thousand EUR. The **scientific novelty** lies in the theoretical substantiation of various technologies for the interaction of road and river transport on the territory of the port terminal. At the same time, the problem of determining the optimal control system for the delivery of vehicles of the cargo fronts of the port terminal, on which reloading to river vessels occurs, has been formalized and solved using the methods of simulation modeling. This allows to reduce the downtime of transport units and more efficiently use the loading and unloading mechanisms, and, consequently, to reduce cost indicators. **Practical significance:** the proposed technology can be introduced into the technological processes of large river port terminals, where various types of transport interact. The simulation results are recommended to be used by the dispatcher staff when planning to bring vehicles to the berthing cargo fronts.

Key words: river transport; road transport; port terminal; simulation

УДК 124.456.7 : 878.9

М. А. АРБУЗОВ^{1*}, Є. В. АРБУЗОВА^{2*}

^{1*} Каф. «Колія та колійне господарство», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 42, ел. пошта 10max@ukr.net
^{2*} СП «Придніпровський центр діагностики», вул. Механічна, 22, 49022, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 34-04-93, ел. пошта rails1600@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ФАКТОРУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

Анотація. Перевізний процес залежить від стану технічних систем, що приймають в ньому участь. В той же час задіяні технічні системи залежать від організації перевізного процесу. В роботі розглянуто вплив експлуатаційних параметрів на стан такої технічної системи як залізнична колія. Для вивчення даної проблеми обрана найскладніша на регіональній філії «Львівська залізниця» ділянка колії Славсько-Лавочне-Бескид-Воловець.

Досліджено вплив пропущеного тону, радіусу кривої, поздовжнього ухилу, швидкості та підвищення зовнішньої рейки на бічне зношення голівки рейки. Встановлено, що всі фактори впливові. Але найбільш впливовий – поздовжній ухил, на другому місці – швидкість, на третьому – радіус кривої. Вплив ухилу на підйом виявився більший, ніж вплив ухилу на спуск, в 3,3 рази. Встановлено багатопараметричний математичний закон, що відображає процес бічного зношення голівки рейки в залежності від експлуатаційних факторів. Дана функція дозволяє прогнозувати величину бічного зношення рейки. Значне відхилення фактичного зносу від розрахункового, називають наднормативним зносом.

З аналізу даних регіональної філії «Львівська залізниця» випливає, що 40% кривих ділянок колії з наднормативним зносом знаходяться на ділянці Славсько-Лавочне-Бескид-Воловець.

На перегоні Лавочне-Бескид 1629 км пк9 по непарній колії було обладнано дослідну ділянку колії тензометричними датчиками та прогиномірами, що були встановлені в місця найменшого та найбільшого бічного зношення. Спостерігалось зростання на 34% бокової сили у вагонів, що знаходяться перед локомотивом-штопахем. Перевищення допустимого значення не було виявлено.

Як показали спостереження на перегоні Лавочне-Бескид, рухомий склад пересувається зі швидкістю 35 км/год. При цьому встановлена швидкість руху вантажних поїздів складає 60 км/год і під час розрахунків приймається як мінімальна вантажна. Тобто присутня недореалізація швидкості. Розрахунки показують, що при цьому скорочується строк служби рейок на 38%.

Також в колії було знайдено злитки металу у формі гребеня колеса та поверхні кочення. Дані злитки, що сформовані з лусок та краплин металу, утворені в результаті надмірного гальмування в перевальних ділянках, що є наслідком великої ваги поїзда та крутих спусків.

В роботі розроблено рекомендації щодо перевізного процесу на ділянках складного плану і профілю.

Ключові слова: перевізний процес; фактор експлуатації; зношення рейки

Вступ

Залізнична колія – це комплекс інженерних споруд на базі рейкової колії, головне призначення якої – забезпечення безперебійного та безпечного руху поїздів зі встановленими швидкостями. Характер перевізного процесу впливає на стан залізничної колії, і навпаки, параметри та технічні характеристики колії визначають допустимі швидкості та осьове навантаження поїздів, а відповідно, і пропускну здатність ділянок та оптимальні маршрути доставки вантажів.

В глобальному сенсі перевізний процес – це сукупність організаційно і технологічно взаємозалежних операцій з перевезення пасажирів та вантажів. З точки зору залізничної колії

перевізний процес – це фактор впливу на технічний стан колії та зокрема на знос рейок, так як вибір маршруту, формування складу поїзда, визначення кількості вагонів та складання графіку руху поїздів визначають частоту та рівень впливу коліс на рейки залізничної колії.

Основна частина

Об'єкт дослідження – рейки, що експлуатуються у складних умовах.

Мета – дослідити наднормативний знос рейок на ділянках залізничної колії зі складними умовами експлуатації та розробити рекомендації щодо організації перевезення вантажів на таких ділянках.

Маршрут слідування поїзду характеризується планом на профілем напрямку, тобто такими технічними параметрами як радіус R та поздовжній ухил i . Формування складу поїздів визначає осьове навантаження та кількість осей, що пропускається по заданому напрямку, тобто визначає пропущений тоннаж T . Графік руху поїздів базується на часі проходження ділянки колії, тобто на фактичній швидкості руху V , яка формує горизонтальну силу в залежності від величини підвищення зовнішньої рейки h .

Аналіз існуючої ситуації щодо інтенсивності бокового зносу рейок проводився по даним служби колії регіональної філії «Львівська залізниця» щодо фактичного бокового зносу рейок типу Р65 в кривих ділянках колії, та даним щодо вилучених рейок типу Р65 за останні 5 років в кривих ділянках колії по причині бокового зношення. Аналіз інтенсивності бокового зносу проводиться для рейок вилучених з колії та рейок, що експлуатуються. По вилучених рейках зручно проводити аналіз кінцевого результату впливу різних факторів, а по рейках, що експлуатуються, зручно досліджувати сам процес такого впливу та встановлювати математичні закони процесу зношення.

Факторний аналіз передбачає визначення рівня впливовості факторів, серед яких розглядався пропущений тоннаж, радіус, швидкість, підвищення та поздовжній ухил. Факторний аналіз проводився окремо для кожного фактору, тобто був застосований однофакторний аналіз. Матриця спостережень включала 7 рівнів фактору. Загальна кількість спостережень 380.

Під час розрахунків визначалося факторне розсіювання, залишкове розсіювання, та розрахункове значення критерію Фішера. Чим більше значення критерію Фішера F , тим сильніший вплив досліджуваного фактору. Існує критичне значення критерію Фішера $F_{кр}$, значення менше якого, показують, що фактор не впливає. За довідковими матеріалами встановлено, що $F_{кр}=2,15$. Отже, якщо розрахункове значення критерію Фішера більше за 2,15, то фактор впливає на досліджуваний процес.

В табл. 1 приведено результати розрахунку критерію Фішера.

Таблиця 1

Результати розрахунку критерію Фішера

	Фактор впливу				
	тонаж T	радіус R	швидкість V	підвищення h	ухил i
F	6,8	23,1	38,7	10,2	42,5
%	6	19	32	8	35

Як видно з результатів розрахунку всі значення критерію Фішера F більше за $F_{кр}=2,15$. Отже, всі фактори впливові. Але найбільш впливовий – поздовжній ухил, на другому місці – швидкість, на третьому – радіус кривої. Останній рядок таблиці 1 показує відсоткове значення рівня впливу факторів. Звідки видно, що ухил та швидкість в даному переліку факторів займають більше, ніж по 30% впливу (рис. 1).

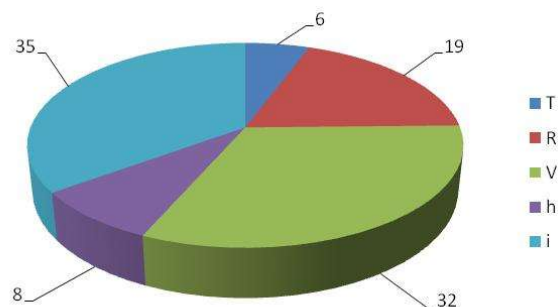


Рис. 1. Розподіл рівня впливу факторів у відсотках

Для встановлення математичних законів процесу зношення проведено інтерполяцію отриманих даних. Отримана математична функція є шуканим математичним законом.

Слід відмітити, що вплив ухилу на підйом виявився більший, ніж вплив ухилу на спуск, в 3,3 рази. Така відмінність викликана режимом руху поїздів та наявністю локомотивів-штовхачів. Даний ефект пояснюється тим, що під час підштовхування вагони стають по відношенню до вісі колії зигзагоподібно, або ще називають положення «ялинкою».

Таким чином, інтегруючи проведений аналіз, можна записати математичну функцію, що глобально відображає процес бічного зношення голівки рейки в залежності від експлуатаційних факторів:

$$z_2 = (100 \arctg(0,1T + 6) - 140,6) \times (-5,76 \ln(R) + 49,49) \times (-0,13V + 22,01)(0,06h + 9,65) \times \begin{cases} (0,29i + 11,51) \text{ підйом} \\ (-0,09i + 9,32) \text{ спуск} \end{cases} \quad (1)$$

де T – пропущений тоннаж, R – радіус кривої ділянки колії, V – швидкість руху поїзда, h – підвищення зовнішньої рейки, i – поздовжній ухил ділянки колії.

Отже, підставивши відповідні значення до даного багатопараметричного математичного закону, можна спрогнозувати величину бічного зношення рейки.

В наступному етапі роботи було виявлено ділянки колії з наднормативною інтенсивністю зношення рейки.

Значне відхилення фактичного зносу від розрахункового, що виходить за межі довірчого інтервалу, вказує на порушення нормального закону розподілу, тоді такий знос називається наднормативним. Математичний закон (1) є математичним очікуванням, тобто середнім значенням, а фактичні значення з ймовірністю 0,95 повинні потрапити в інтервал $\pm 3\sigma$, де σ – середньоквадратичне відхилення.

Процес зношення має нелінійний характер (рис. 2). Класично інтенсивність – це тангенс кута нахилу дотичної α , але практично колійники користуються кутом β , тобто користуються не приростом значень, а поточними значеннями. Наукові установи використовують класичний підхід і користуються приростом значень. Тому необхідно прийняти єдине правило. Так як класичний підхід вимагає щотижневих замірів, що практично не раціонально, то необхідно користуватися поточними значеннями.

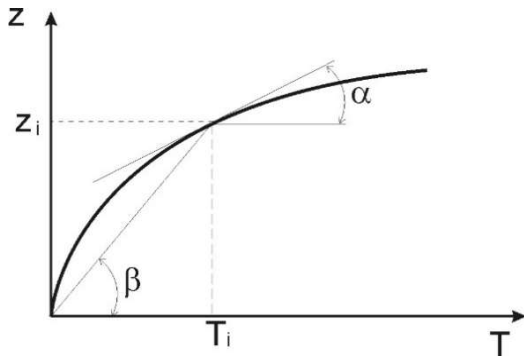


Рис. 2. Схема визначення інтенсивності зносу

Отже, інтенсивність зношення – це відношення фактичного зносу z_i до фактичного пропущеного тоннажу T_i .

$$i = \frac{z_i}{T_i} \quad (2)$$

Значне перевищення фактичних значень інтенсивності зношення за розрахункові (1) вказує на те, що крива має понаднормативне зношення і потребує прийняття організаційних, або технічних заходів.

З аналізу даних регіональної філії «Львівська залізниця» випливає, що 40% кривих ділянок колії з наднормативним зносом знаходяться на ділянці Славсько-Лавочне-Бескид-Воловець. Тому саме на цій ділянці було виконано експериментальні дослідження з впливу рухомого складу на колію.

Дослідження бічної сили, що передається від колеса на рейку проведено на перегоні Лавочне-

Бескид 1629 пк9 по непарній колії, де було обладнано дослідну ділянку колії тензодатчиками та прогиномірами, що були встановлені в місця найменшого та найбільшого бічного зношення.

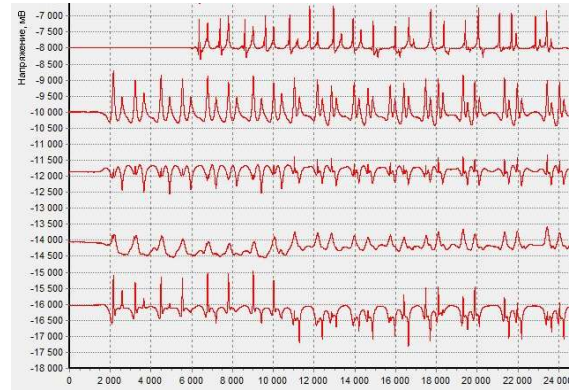


Рис. 3. Запис впливу коліс на колію (перегін Лавочне-Бескид 1629 пк9)

Здійснювався запис впливу коліс рухомого складу під графіковими поїздами. Поїзди рухалися зі швидкістю 35 км/год. Встановлена швидкість 60/60 км/год. Підвищення зовнішньої рейки 50 мм. Радіус кривої 250 м.

Виміряні напруження не перевищують допустимих значень [1] (табл. 2). Бокові сили та віджимання голівки рейки також знаходяться в межах норми (табл. 3, 4).

Таблиця 2

Бокова сила в колії перегону Лавочне-Бескид 1629 км пк9, кН

Заїзд	Середн.	Макс. ймов.	Дисп.	Макс. спос.	Ср. кв. відхил.
1	39,66	52,09	24,71	50,93	4,97
2	41,50	44,00	34,70	51,51	5,89
3	37,45	54,04	44,04	57,07	6,64
4	39,98	40,17	0,01	40,03	0,08
5	30,41	55,49	100,61	64,43	10,03
6	34,27	63,47	136,46	53,42	11,68

Таблиця 3

Напруження в кромках рейок перегону Лавочне-Бескид 1629 км пк9, МПа

Заїзд	Середн.	Макс. ймов.	Дисп.	Макс. спос.	Ср. кв. відхил.
1	117,86	146,26	129,08	132,50	11,36
2	119,48	155,72	210,06	140,84	14,49
3	133,47	162,74	137,10	161,04	11,71
4	107,10	113,48	6,50	108,90	2,55
5	128,55	164,50	206,77	156,40	14,38
6	107,74	125,93	52,91	122,30	7,27

Таблиця 4

**Віджимання голівки рейки перегону
Лавочне-Бескид 1629 км пк9, мм**

Заїзд	Середн.	Макс. ймов.	Дисп.	Макс. спос.	Ср. кв. відхил.
1	2,1	2,8	0,1	2,5	0,3
2	1,6	2,9	0,3	2,3	0,5
3	1,5	2,7	0,2	2,0	0,5
4	1,9	3,1	0,2	2,4	0,5
5	1,1	1,9	0,1	1,9	0,3
6	1,4	1,9	0,1	2,1	0,2

Спостерігається зростання на 34% бокової сили у вагонів, що знаходяться перед локомотивом-штовхачем. Але перевищення допустимого значення не було виявлено.

Як показали спостереження під час досліджень на перегоні Лавочне-Бескид рухомий склад пересувається зі швидкістю 35 км/год. При цьому встановлена швидкість руху вантажних поїздів складає 60 км/год і під час розрахунків приймається як мінімальна вантажна. Тобто присутня недореалізація швидкості. Розрахунки показують, що при цьому скорочується строк служби рейок на 38%.

Крім того було виявлено деякі криві з недопідвищенням зовнішньої рейки. Так крива ділянка непарної колії перегону Лавочне-Бескид 1629 км пк 7 має фактичне підвищення 30 мм, хоча проектне складає 70 мм. Розрахунки показують, що таке недопідвищення подовжує строк служби рейок на 35%.

Під час обстежень непарної ділянки колії перегону Славсько-Лавочне 1626 км пк 8 з наднормативною інтенсивністю бічного зношення рейки встановлено, що під час руху вантажного поїзда колеса половини вагонів не скриплять, а колеса інших вагонів, що знаходяться перед штовхачем, скриплять. Це вказує на те, що вагони перед штовхачем чинять значний боковий вплив на колію.

Збільшення шорсткості поверхні рейки зменшує площину фактичного контакту колеса з рейкою, в результаті чого збільшуються контактні напруження, збільшується інтенсивність зношення рейки. Збільшення шорсткості поверхні рейки на 20 мкм приводить до зменшення зносостійкості на 20-25% [2]. Тому шорсткість поверхні є вагомим фактором у процесі зношення.

Згідно сучасної теорії тертя та зносу, у процесі експлуатації під час ковзання гребенів коліс по бічній грані голівки рейки формується рівноважна шорсткість контактуючих поверхонь.

Тому причиною збільшення шорсткості рейок є колеса рухомого складу. З метою виявлення впливових факторів зношення рейки було виконано обстеження ділянок колії напрямку Славсько-Лавочне-Бескид.

Під час обстеження в колії було виявлено металеву стружку на подошві рейок. Бічна грань при цьому мала значно підвищену шорсткість. Також в колії було знайдено злитки металу у формі поверхні колеса (рис. 4, 5).

Дані злитки сформовані з лусок та краплин металу, що в сукупності повторюють профіль гребеня та поверхні кочення. В результаті надмірного гальмування в перевальних ділянках, що є наслідком великої ваги поїзда та крутих спусків, гальмівні колодки настільки сильно та тривало тиснули на колеса локомотивів, що метал колеса надмірно нагрівся, почав приймати пластичну та рідку форму, став нашаровуватися на колодці і формуватися у злиток. Після відпускання колодок злиток металу випав у колію. Вага злитку сягає по 70 г. Такі злитки розкидані вздовж всього перегону.



Рис. 4. Злиток металу у формі поверхні гребеня колеса (фрагмент №1)



Рис. 5. Злиток металу у формі поверхні кочення колеса (фрагмент №2)

Колесо при цьому втратило метал, отримало пошкодження поверхні вирвами металу. Значно зросла шорсткість. Потім включився процес формування рівноважної шорсткості контактуючих поверхонь [3], і почала зростати шорсткість рейки, почала утворюватися стружка. Зі збільшеною шорсткістю ще й збільшилася інтенсивність зношення. Поперечний профіль зношеної рейки приймає форму колеса локомотива (рис 6, 7). В сукупності утворюється подвійний негативний вплив від такої дії коліс рухомого складу. Саме на цих ділянках і знаходяться криві з наднормативною інтенсивністю бічного зношення рейки.



Рис. 6. Контакт нового колеса локомотива та нової рейки

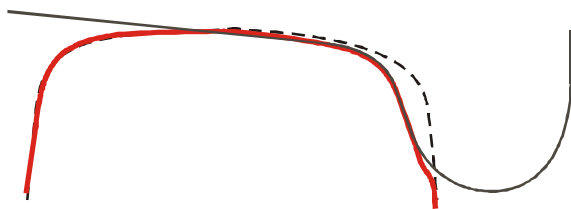


Рис. 7. Контакт нового колеса локомотива та зношеної рейки

Таким чином, для кривих ділянок колії, що працюють в перевальних умовах, необхідно розробити окремі вимоги щодо експлуатації колії. Важливо розрахунок підвищення зовнішньої рейки проводити з урахуванням фактичних швидкостей руху поїздів. Необхідно для таких ділянок передбачити непогашені прискорення пасажирських поїздів 1 м/с^2 [4], або мінімально допустиму швидкість руху вантажних поїздів [5].

Висновки

Досліджено вплив експлуатаційних параметрів на процес бічного зношення рейки, і визначено рівень їх впливовості. Величина бічного зносу рейки в першу чергу визначається поздовжнім ухилом, кривизною ділянки та швидкістю руху поїздів, що повинно бути в оптимальному співвідношенні. На напрямку Славсько-Лавочне-Бескид спостерігається висока інтенсивність бічного зношення через неузгодженість даних експлуатаційних параметрів.

Основною причиною наднормативної інтенсивності бічного зношення рейки на напрямку

Славсько-Лавочне-Бескид є велика вагова норма поїздів (більше 6000 т), що породжує збільшену бічну силу, яка передається від колеса на рейку при використанні штовхачів для подолання поздовжнього ухилу (до 30 %), зменшує швидкість руху поїзда та вимагає підсипання піску. Закономірно, що криві з наднормативним зношенням знаходяться перед крутими підйомами, що вказує на вплив режиму руху поїздів при великій ваговій нормі. Велика вагова норма спричиняє надмірну дію і на гальмівні колодки, що пошкоджують гребінь колеса, який в свою чергу значно зношує бічну поверхню рейок. На це вказують виявлені в колії злитки металу у формі гребеня колеса.

Зменшення вагової норми на 25% зменшить інтенсивність зношення бічної поверхні рейок та гребенів коліс в 1,5 рази. Для зменшення інтенсивності бічного зношення рейок необхідно зменшити вагову норму поїздів та вести контроль за її дотриманням. Вага поїзда повинна дозволити долати круті підйоми та круті криві без штовхачів, гальмувати на спусках без перегріву колісних пар. Графік руху поїздів повинен складатися з врахуванням фактичної швидкості руху поїздів, а фактична швидкість поїзда повинна бути не меншою за мінімально допустиму для вантажних поїздів, що регламентовано Інструкцією з улаштування та утримання колії залізниць України ЦП-0269 [5].

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДСТУ 7571:2014 Рухомий склад залізниць. Норми допустимого впливу на залізничну колію шириною 1520 мм.
2. Матафонов А.В., Пыко А.Н., Ильиных А.С. Технологическое обеспечение качества поверхности рельсов при шлифовании в условиях железнодорожного пути. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Машиностроение. 2015.
3. ГОСТ 30480-97. Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования. Минск, 1997. – 12.
4. Правила технічної експлуатації залізниць України, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 р. № 411 із змінами і доповненнями, внесеними наказами Міністерства транспорту України: від 8 червня 1998 р. № 226, від 23 липня 1999 р. № 386, від 19 березня 2002 р. № 179.
5. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. ЦП-0269. Київ: 2012. – 456 с.

Стаття рекомендована до публікації к.т.н., доц. Губарем О. В. (Україна)

Надійшла до редколегії 16.10.2020.
Прийнята до друку 28.10.2020.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА КАК ФАКТОРА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Аннотация. Перевозочный процесс зависит от состояния технических систем, принимающих в нем участие. В то же время задействованные технические системы зависят от организации перевозочного процесса. В работе рассмотрено влияние эксплуатационных параметров на состояние такой технической системы как железнодорожный путь. Для изучения данной проблемы выбрана самая сложная на региональном филиале «Львовская железная дорога» участок пути Славско-Лавочное-Бескид-Воловец. Исследовано влияние пропущенного тоннажа, радиуса кривой, продольного уклона, скорости и возвышения наружного рельса на боковой износ головки рельса. Установлено, что влияют все факторы. Но наиболее влиятельный - продольный уклон, на втором месте - скорость, на третьем - радиус кривой. Влияние уклона на подъем оказалось больше, чем влияние уклона на спуск в 3,3 раза. Установлен многопараметрический математический закон, отражающий процесс бокового износа головки рельса в зависимости от эксплуатационных факторов. Данная функция позволяет спрогнозировать значение бокового износа рельса. Значительное отклонение фактического износа от расчётного, называют сверхнормативным износом. Из анализа данных регионального филиала «Львовская железная дорога» следует, что 40% кривых участков пути со сверхнормативным износом находятся на участке Славско-Лавочное-Бескид-Воловец. На перегоне Лавочное-Бескид 1629 км ПК9 по нечетном пути был оборудован опытный участок пути тензометрическими датчиками и прогибомерами, которые были установлены в места наименьшего и наибольшего бокового износа. Наблюдался рост на 34% боковой силы вагонов, находящихся перед локомотивом-толкателем. Превышение допустимого значения не было обнаружено. Как показали наблюдения на перегоне Лавочное-Бескид, подвижной состав передвигается со скоростью 35 км/ч. При этом установленная скорость движения грузовых поездов составляет 60 км/ч и при расчётах принимается как минимальная грузовая. То есть присутствует недореализация скорости. Расчёты показывают, что при этом сокращается срок службы рельсов на 38%. Также в пути было найдено слитки металла в форме гребня колеса и поверхности катания. Данные слитки, сформированные из чешуек и капель металла, образованы в результате чрезмерного торможения в перевалочных участках, что является следствием большого веса поездов и крутых спусков. В работе разработаны рекомендации относительно перевозочного процесса на участках сложного плана и профиля.

Ключевые слова: перевозочный процесс; фактор эксплуатации; износ рельса

М. А. ARBUZOV, E. V. ARBUZOVA

STUDY OF TRANSPORTATION PROCESS AS A FACTOR OF RAILWAY TRACK OPERATION

Abstract. The transportation process depends on the state of the technical systems involved. Technical systems depend on the organization of the transportation process. The paper considers the influence of operational parameters on the condition of the railway track. To study this problem, the most difficult section of the Slavsko-Lavochne-Beskid-Volovets track was chosen at the Lviv Railway regional branch. The influence of the missed tonnage, radius of the curve, longitudinal slope, speed and increase of the outer rail on the lateral wear of the rail head was investigated. It is established that all factors are influential. But the most influential - the longitudinal slope, in second place - speed, in third place - the radius of the curve. The effect of the slope on the rise was greater than the effect of the slope on the descent 3.3 times. A multiparametric mathematical law is established, which reflects the process of lateral wear of the rail head depending on the operational factors. This function allows you to predict the amount of lateral wear of the rail. Significant deviation of actual wear from the calculated, called excessive wear. From the analysis of data of the regional branch "Lviv Railway" it follows that 40% of the curved sections of the track with excessive wear are located on the section Slavsko-Lavochne-Beskid-Volovets. During the Lavochne-Beskid 1629 km pk9 race on the odd track, the test section of the track was equipped with strain gauges and prognometers, which were installed in the places of the smallest and largest lateral wear. There was an increase of 34% in lateral force in the cars in front of the pusher locomotive. No exceedance was detected. Observations at the Lavochne-Beskid race showed that the rolling stock was moving at a speed of 35 km/h. Thus, the established speed of movement of freight trains makes 60 km / h and during calculations is accepted as the minimum freight. That is, there is an under-realization of speed. Calculations show that this reduces the service life of the rails by 38%. Metal ingots in the shape of a wheel crest and a rolling surface were also found in the track. These ingots, formed from scales and drops of metal, are formed as a result of excessive braking in the pass sections, which is a consequence of the heavy weight of the train and steep descents. The paper develops recommendations for the transportation process in areas of complex plan and profile.

Keywords: transportation process; operating factor; rail wear

УДК 656.2

Д. М. КОЗАЧЕНКО^{1*}, М. І. БЕРЕЗОВИЙ^{2*}, В. В. МАЛАШКІН^{3*}, А. Р. МІЛЯНИЧ^{4*}

^{1*} Каф. «Управління експлуатаційною роботою», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, г. Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 04, ел. пошта kozachenko@upr.diit.edu.ua, ORCID 0000-0003-2611-1350

^{2*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 371 51 03, ел. пошта n.berezovy@gmail.com, ORCID 0000-0001-6774-6737

^{3*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 371-51-03, ел. пошта viacheslav.malashkin@gmail.com, ORCID 0000-0002-5650-1571

^{4*} Каф. «Рухомий склад та колія», Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Іванни Блажкевич, 12, м. Львів, Україна, 79052, тел. +38 (067) 747 46 46, ел. пошта milyan_74@ukr.net, ORCID 0000-0003-3583-792X

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ТА ПЕРЕДУМОВ СТВОРЕННЯ В УКРАЇНІ ОПЕРАТОРІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Анотація. В статті виконано аналіз взаємодії магістрального залізничного та морського транспорту в сучасних умовах. Огляд нових досліджень та публікацій цього напрямку показав, що їх недоліком є відсутність системного підходу та спрямованість на вирішення тільки певних організаційних питань взаємодії. Виділено дослідження науковців Дніпровського університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, що характеризуються комплексним охопленням усіх проблемних питань. Виділено випадки обслуговування портів залізничними станціями незагального користування, при яких виникають додаткові витрати стивідорних компаній при відсутності механізму їх компенсації.

Для отримання відповіді на основне питання дослідження – природу дефіциту прийнятно-відправних та сортувальних колій на залізничних станціях припортових залізничних вузлів і пов'язані з цим затримки вагонів в очікуванні подачі в порт під вантажні операції було проаналізовано роботу Одеського залізничного вузла та станції Одеса-Порт, що обслуговує Державне підприємство «Одеський морський торговельний порт».

В роботі виконано аналіз технічного оснащення залізничної інфраструктури станцій Одеського вузла та сформульовано висновок про достатність колійного розвитку перегонів, станцій та пропускної спроможності сортувальних пристроїв. На підставі аналізу плану формування поїздів станцій вузла, організації роботи з відправницькими маршрутами та контейнерними поїздами виявлено елементи негативного впливу на організацію роботи порту та станції Одеса-Порт. До них відносяться системні порушення плану формування поїздів на станції Одеса-Порт, а також пікові навантаження на залізничну інфраструктуру станції та вантажні пристрої при обслуговуванні залізничних маршрутів по прибуттю та при формуванні відправницьких маршрутів і контейнерних поїздів. Відзначено неточності в Єдиному технологічному процесі роботи ДП «ОМТП» та станції Одеса-Порт при визначенні маневрових локомотивів, що обслуговують станцію та порт, які призводять до заниженої кількості локомотивів і, як наслідок додаткових затримок рухомого складу.

Встановлено основну причину порушень нормальної роботи інфраструктури залізничних станцій Одеського залізничного вузла – систематичне порушення діючого плану формування поїздів.

У якості рекомендації по створенню оператора залізничної інфраструктури станції Одеса-Порт та під'їзної колії ДП «ОМТП» розглянуто необхідність удосконалення Проекту Закону України «Про залізничний транспорт» з метою створення законодавчої бази для компаній операторів залізничної інфраструктури аналогічних до європейських.

Ключові слова: стивідор; морський порт; план формування поїздів; оператор залізничної інфраструктури

Вступ

Змішане залізнично-водне сполучення для України – один з найважливіших видів перевезення експортних та транзитних вантажів. З одного боку залізничний транспорт має можливість перевезення значного обсягу масових вантажів з місць його виробництва, перевезення вантажів у контейнерах, при цьому слід зазначити, що саме масові вантажі (металургійна сировина,

прокат, вугілля, зернові) та контейнери є основою експортного потенціалу України; з іншого боку морський транспорт може надати широкий доступ до світових ринків збуту таких вантажів.

Тому спільний розвиток залізничного транспорту та морських портів для забезпечення експортних та транзитних перевезень може бути додатковим стимулом розвитку всієї української економіки.

Мета дослідження

Транспортна система України загалом та морські порти зокрема досить серйозно конкурують з транспортними системами країн Чорноморського басейну, де на фоні протекціоністської політики урядів цих країн розширюється перелік послуг, що надаються власникам вантажу та реалізується сприятлива тарифна політика.

Метою дослідження є аналіз заходів, спрямованих на підвищення ефективності перевезень у змішаному залізнично-морському сполученні та оцінка передумов створення в Україні операторів залізничної інфраструктури з метою виділення в структурі залізничного тарифу додаткових та допоміжних послуг, що надаються залізничними станціями та залучення приватних інвестицій не тільки у розвиток портової, а і залізничної інфраструктури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Організація роботи морських портів в сучасних умовах має чіткі риси конкуренції, що існує між портовими операторами (стивідорами) як у різних портах, так і в межах одного порту. При цьому навіть в одному порту можуть перевалюватися однотипні вантажі різними стивідорними компаніями, що слідує від одних і тих же відправників. Модель, що передбачає наявність такої конкуренції реалізована в Законі України «Про морські порти» [1].

Питанням організації роботи портів в сучасних умовах присвячена значна кількість наукових робіт, серед яких слід відзначити роботи [2-4].

Аспекти удосконалення взаємодії морського та залізничного транспорту, що забезпечує основні обсяги перевалки вантажів у портах детально розглянуті в роботах [5-7]. Досить суттєвим недоліком вказаних робіт є відсутність системного підходу і спрямованість лише на впровадження організаційних заходів, перерозподіл операцій між припортовими та іншими станціями мережі, тощо.

Комплексний аналіз системних проблем функціонування залізничного транспорту в Україні виконано в статті [8], основними з яких є недостатня пропускна спроможність залізничної інфраструктури у напрямку портів та рівень залізничних тарифів.

Рентабельність вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця» стабільно перевищує 35-40 %, але за рахунок перехресного субсидіювання пасажирських перевезень, цей показник для вантажних не перевищує 10 %. Таким чином, це

приводить до стимулювання однієї зі складових економіки – гірничо-металургійного комплексу, за рахунок недостатнього рівня залізничних тарифів. З іншого боку залізничний транспорт просто недоотримує кошти на оновлення матеріально-технічної бази.

Ще однією проблемою, що висвітлена в [8], є те, що портові потужності розвиваються значно швидше ніж залізнична інфраструктура, що їх обслуговує. Обумовлено це можливістю залучення приватних інвестицій саме в розвиток портів.

Системна криза, викликана неможливістю надання послуг залізницями потребуватиме підвищення тарифів для відновлення технічних засобів та рухомого складу. Це, в свою чергу, призводитиме до неможливості оплати вантажовідправниками вказаних послуг із-за завищеної собівартості перевезень та до вимог надання скидок для збереження конкурентоспроможності товарів.

Вихід з даної ситуації неможливий без втручання держави і може полягати в значних державних інвестиціях, або впровадженні взаємовигідного державно-приватного партнерства.

Сутність проблем, що являються основним гальмом розвитку припортової інфраструктури в Україні розкрито в роботі [9]. Особливу увагу приділено залученню приватних інвестицій саме у розвиток залізничної інфраструктури – припортових залізничних станцій.

Зокрема виділено три основні варіанти обслуговування залізничним транспортом стивідорних компаній в плані виконання початково-кінцевих операцій у залежності від місця їх виконання – на залізничній станції загального чи незагального користування.

З технологічної точки зору розглянуті варіанти є практично однаковими, а їх відмінність полягає в наступному. Залізничні станції загального користування фінансуються за рахунок залізничного тарифу, що сплачують вантажовідправники, а станції незагального користування – за рахунок стивідорних компаній, що основні прибутки отримують за послуги з перевалки вантажів.

Таким чином, виникає ситуація, коли стивідорні компанії, що обслуговуються залізничними станціями незагального користування знаходяться у завідомо програшному становищі. Пов'язано це з тим, що послуги, передбачені в тарифі не надаються залізничним транспортом загального користування, а лягають на плечі саме стивідорних компаній.

Основний матеріал дослідження

Результати досліджень наведені на прикладі Державного підприємства «Одеський морський торговельний порт» (ДП «ОМТП»).

Останнім часом в Одеському залізничному вузлі склалася ситуація, пов'язана з порушеннями нормальних умов роботи інфраструктури залізничних станцій. Це виражається в дефіциті приймально-відправних та сортувальних колій і, як наслідок, в значних за тривалістю простоях рухомого складу в очікуванні подачі на станцію Одеса-Порт для виконання вантажних операцій.

Аналіз технічного оснащення залізничної інфраструктури Одеського вузла

Виконані дослідження технічного оснащення залізничної інфраструктури Одеського залізничного вузла показали наступне.

1. Пропускна спроможність основних залізничних дільниць.

У відповідності зі звітними даними Одеської залізниці розміри вантажного руху порівняно з 2015 роком скоротилися у середньому на 12,2 %, при цьому кількість вагонів у складі поїздів також зменшилася на 4,7 %.

Слід також зазначити, що в 2007 році (до появи загальних світових кризових явищ) розміри вантажних перевезень на всіх дільницях Одеської залізниці були вищими ніж в 2015 році на 35-40%.

Розміри руху пасажирських поїздів далекого сполучення також зазнали значного скорочення в основному за рахунок ліквідації сполучення з Російською Федерацією.

Збільшенню резервів пропускної спроможності сприяло і зменшення розмірів приміського руху, що відбулося після 2008 року.

2. Переробна спроможність сортувальних станцій.

Одеський залізничний вузол обслуговують дві сортувальні станції – Одеса-Сортувальна та Одеса-Застава 1, на незначному віддаленні від вузла знаходяться ще дві сортувальні станції – Чорноморська та Роздільна. Станція Одеса-Сортувальна є основною станцією в організації поїздопотоків вузла та однією з опорних станцій АТ «Укрзалізниця».

Переробна спроможність сортувальних гірок вказаних станцій в даний час має резерви, у 20-25 % і більше.

3. Технічна характеристика Державного підприємства Одеський морський торговельний порт та станції Одеса-Порт.

Згідно з ЄТП роботи ДП «ОМТП» та станції Одеса-Порт загальна протяжність колійного

розвитку порту перевищує 21 км. Послуги з перевалки вантажів надають компанії недержавної форми власності, а за територіальною ознакою і характером роботи ДП «ОМТП» розділений на 10 виробничо-перевантажувальних комплексів (ВПК). Такий поділ вимагає постановку вагонів у складах поїздів, що прибувають на станцію Одеса-Порт окремими підібраними групами.

Аналіз структури поїздопотоків по прибуттю на станцію Одеса-Порт показав, що понад третину поїздів є маршрутами і тільки 23 % складів вимагали підбирання по вантажних фронтах різних отримувачів. При цьому кількість отримувачів для таких складів коливалась у межах від 3 до 11, а кількість груп вагонів перевищувала кількість отримувачів як мінімум на 5.

Таким чином, колійний розвиток станції Одеса-Порт відповідає вимогам [10], що висуваються до колійного розвитку вантажних станцій для обсягів та розмірів роботи, що є характерними для обслуговування ДП «ОМТП».

Отже, технічне оснащення залізничної інфраструктури Одеського залізничного вузла – кількість головних колій перегонів та їх пропускна спроможність, кількість колій сортувальних станцій та потужність сортувальних пристроїв, колійний розвиток станції Одеса-Порт ніяким чином не впливає на проблеми, пов'язані з просуванням вагонопотоків, що виникли останнім часом.

Аналіз плану формування поїздів станції Одеського вузла

План формування поїздів (ПФП) АТ «Укрзалізниця» [11] передбачає, що формування поїздів призначенням на станцію Одеса-Порт здійснюють наступні станції:

- станція Одеса-Сортувальна – передавальний поїзд;
- станція Одеса-Застава 1 – передавальний поїзд.

Окрім того у напрямку станції Одеса-Порт здійснюється формування відправницьких маршрутів зі станцій АТ «Укрзалізниця» з зерновими вантажами.

Згідно з планом формування поїздів станція Одеса-Порт здійснює формування поїздів наступних призначень:

- Одеса-Сортувальна – передавальний;
- по регульовальному завданню наскрізний – порожні зерновози УЗ.

Окрім того, станція Одеса-Порт здійснює прийом та відправлення контейнерних поїздів та груп вагонів, що включаються до складу контейнерних поїздів:

- «Хрещатик» (ДП «ОМТП» – Київ-Ліски – ДП «ОМТП»);
- «Дніпровець» (ДП «ОМТП» – Дніпро-Ліски – ДП «ОМТП»);
- «Харків» (ДП «ОМТП» – Харків-Ліски – ДП «ОМТП»);
- ZUBR (з'єднує порти Чорноморськ, Одеса та Южний з портами Рига та Мууга).

Необхідно відмітити, що робота з контейнерними поїздами станції Одеса-Порт в діючому ПФП не відмічена.

Згідно з планом формування станція Одеса-Порт повинна формувати поїзди на два призначення. Відповідно потреба у коліях для відправлення поїздів складає 2 колії. Враховуючи, що на станції є 4-5 колій для формування і відправлення поїздів, то їх кількість вдвічі перевищує потрібну кількість колій згідно з рекомендаціями [10].

Однак аналіз поїздоутворення на станції Одеса-Порт показав, що тільки 59 % призначень поїздів свого формування відповідали затвердженому ПФП, решта призначень – 41 % були встановлені оперативно.

Аналіз графіків вантажної та маневрової роботи станції Одеса-Порт показує, що станція постійно здійснює формування 1-2 додаткових призначень.

Формування додаткових призначень безпосередньо на припортовій станції дозволяє зменшити витрати на перевезення вагонів, однак вимагає виділення додаткових колій для накопичення вагонів.

Аналіз організації маневрової роботи на станції Одеса-Порт та в порту

Маневрова робота на станції включає операції по розформуванню та формуванню поїздів, подачі та забиранню вагонів до пунктів вантажної роботи, розміщення вагонів на вантажних фронтах, вибірку номерних вагонів, вибірку вагонів з технічними та комерційними несправностями, зважування вагонів.

Аналіз ЄТП роботи ДП «ОМТП» та станції Одеса-Порт дозволив виявити в розрахунку кількості маневрових локомотивів, що обслуговують станцію Одеса-Порт та вантажні fronti порту певні неточності при розрахунку парку локомотивів.

Сюди слід віднести кількість вантажних фронтів, які обслуговують локомотиви станції, що не відповідає кількості фронтів, передбачених Єдиним технологічним процесом роботи ДП «ОМТП» та станції Одеса-Порт, окрім того в витратах на маневрову роботу не враховуються

витрати часу на прибирання вагонів з пунктів навантаження, що є суттєвою неточністю.

Згідно з технологічним процесом роботи станції потреба у маневрових локомотивах оцінюється в 6,7 локомотивів на добу, що перевищує наявну кількість локомотивів на 0,7 локомотива.

Рівень завантаження маневрових локомотивів складає 0,78 -1,00 і є досить високим. Недостатня кількість локомотивів призводить до збільшення очікування вагонами перестановки між парками станції та під'їзною колією порту, а відповідно і до потреби у коліях для розміщення вагонів. Вирішенням проблеми є збільшення кількості маневрових локомотивів на 1-2 одиниці.

Аналіз організації роботи станції Одеса-Порт з відправницькими маршрутами

На адресу станції Одеса-Порт прибувають в основному зернові вантажі, контейнери та метали. Через це, навіть при наявності у вагонах однакового типу вантажу, умови вантажної роботи з вагонами можуть суттєво відрізнятись та вимагати виконання додаткової сортувальної роботи. Так вагони з зерном вимагають сортування після виконання комерційного контролю та перевірки якості зерна; вагони з виробами з металів вимагають сортування для подачі на спеціалізовані ділянки складів і т.і. У зв'язку з цим перевезення вантажів на адресу станції Одеса-Порт відправницькими маршрутами має як позитивні, так і негативні наслідки. Зокрема прибуття великої кількості вагонів з однотипним вантажем створює пікові навантаження на окремі елементи інфраструктури та вимагає наявності відповідних резервів пропускної спроможності.

Тому збільшення обсягу перевезень вантажів залізничними маршрутами в умовах старої технології роботи станції Одеса-Порт та її взаємодії зі станціями Одеського залізничного вузла є причиною дефіциту пропускної спроможності залізничної інфраструктури в умовах падіння обсягів перевезень.

Висновки

Отже, основною причиною порушення нормальних умов роботи інфраструктури залізничних станцій Одеського залізничного вузла є систематичне порушення діючого плану формування поїздів за рахунок формування поїздів додаткових призначень для составів поїздів з порожніх вагонів, яке здійснюється за оперативними вказівками і без урахування технічної спроможності станцій. Наведена ситуація продовжується уже протягом багатьох років так, що

відмінності між затвердженим планом формування поїздів і реальними умовами роботи станцій Одеса-Сортувальна та Одеса-Застава I знайшли відображення в технологічних процесах цих станцій.

Обсяг та складність роботи по формуванню поїздів з порожніх вагонів останнім часом суттєво збільшились у зв'язку з появою приватних вагонів та необхідністю підбирання вагонів не лише за типом, а і за власниками. Метою формування наскрізних поїздів на станції Одеса-Порт є скорочення витрат перевізника (Укрзалізниця) за рахунок усунення переробки вагонів по маршруту слідування. Загострення проблеми пов'язано з впровадженням АТ «Укрзалізниця» технології перевезення зернових вантажів маршрутними поїздами і спробами здійснювати кільцеву маршрутизацію перевезень без відповідного розвитку технічного забезпечення станцій. Необхідно відзначити, що саме АТ «Укрзалізниця» керує інфраструктурою станції Одеса-Порт і, в умовах гострого дефіциту інфраструктури для формування поїздів, будь які резерви пропускної спроможності станції Одеса-Порт створені стивідорними компаніями за рахунок інтенсифікації переробки вагонопотоку, що слідує в напрямку порту, будуть використані АТ «Укрзалізниця» для формування поїздів на станції Одеса-Порт з метою скорочення собівартості перевезень.

Рекомендації

Рекомендації по розробці заходів по покращенню ситуації, що склалася в Одеському залізничному вузлі розроблені на підставі всебічного розгляду технології експлуатаційної роботи та технічного оснащення залізничних станцій Одеського вузла і аналізу заключного звіту, виконаного консалтинговою фірмою «DB Engineering & Consulting GmbH» [12].

Рекомендації по організації роботи станцій з відправницькими маршрутами

В цілому технологія перевезень вантажів відправницькими маршрутами є прогресивною і доля відправницьких маршрутів буде лише збільшуватись, особливо в умовах запровадження приватної тяги. На станції Одеса-Порт існує дефіцит інфраструктури для роботи з відправницькими маршрутами, що створює загрозу щодо перерозподілу вантажопотоків на адресу конкуруючих портів. В цих умовах необхідна розробка технології роботи з відправницькими маршрутами, що слідують на адресу станції Одеса-Порт, зокрема:

- відображення в Єдиному технологічному процесі технології обслуговування вагонів кожного відправницького маршруту від моменту їх прибуття до моменту відправлення зі станції із зазначенням норм часу на окремі операції та визначенням потреб в інфраструктурі для їх обслуговування/

- організація календарного планування підводу відправницьких маршрутів на станцію Одеса-Порт, зокрема з переведенням руху частини поїздів на жорсткий розклад, виділення буферних станцій за межами Одеської дирекції залізничних перевезень для затримки поїздів, удосконалення системи показників роботи підрозділів АТ Укрзалізниця так, щоб такі затримки не класифікувались як погіршення якості роботи;

- перенесення роботи по формуванню відправницьких маршрутів з порожніх вагонів за станції Одеса-Порт на інші станції Укрзалізниці.

Рекомендації по організації роботи станцій з контейнерними поїздами

Організація контейнерних поїздів у морських портах є одним з перспективних напрямків організації взаємодії залізничного та морського транспорту, що забезпечує скорочення термінів доставки вантажу отримувачеві. Залізниця також зацікавлена в організації руху таких поїздів, так як при цьому зменшується собівартість процесу перевезення.

Однак організація контейнерних поїздів, що, власне, являються маршрутними відправками призводить до збільшення навантаження на інфраструктуру контейнерного терміналу та колійного розвитку станції Одеса-Порт через необхідність одночасного знаходження в порту усіх вагонів контейнерного поїзда.

У цьому зв'язку, для нівелювання негативних факторів, вказаних вище, доцільним є організація руху контейнерних поїздів між терміналом та отримувачами/відправниками контейнерів за розкладом. При цьому розклад повинен бути складений таким чином:

- формування контейнерних поїздів слід здійснювати на основі жорсткого розкладу, узгоджуючи з можливостями інфраструктури станції та під'їзної колії порту;

- при формуванні на протязі доби кількох контейнерних поїздів, слід їх розносити по періодах доби;

- слід розносити по періодах доби обробку контейнерних поїздів по прибуттю та по відправленню.

Рекомендації по створенню оператора залізничної інфраструктури станції Одеса- Порт та під'їзної колії ДП «ОМТП»

В сучасних умовах оператором залізничної інфраструктури станції Одеса-Порт є АТ «Укрзалізниця» при цьому:

- експлуатація залізничної інфраструктури виконується з умови зниження собівартості перевезень, а не з умови покращення роботи стивідорних компаній ДП «ОМТП»;

- ДП «ОМТП» є лише одним з портів, що обслуговується АТ «Укрзалізниця» і втрата вантажопотоку портом призводить, як правило до перерозподілу цих вантажопотоків на інші порти без втрати доходів АТ «Укрзалізниця».

Тому стивідорні компанії ДП «ОМТП» зацікавлені у створенні оператора залізничної інфраструктури станції Одеса-порт, під'їзної колії ДП «ОМТП» та станцій, фінансування розвитку інфраструктури яких буде здійснюватися за рахунок стивідорних компаній ДП «ОМТП».

Такий оператор, за аналогією з *Hamburg Port Railway*, буде з однієї сторони сильним партнером АТ «Укрзалізниця», а з іншої буде експлуатувати та розвивати залізничну інфраструктуру порту виключно до цілей стивідорних компаній. Такий оператор залізничної інфраструктури з однієї сторони буде монополістом по відношенню до стивідорних компаній, а з іншої буде конкурувати та взаємодіяти з менеджером інфраструктури залізничного транспорту (АТ «Укрзалізниця»). У зв'язку з цим діяльність оператора залізничної інфраструктури вимагає чіткого регулювання.

В сучасних умовах створення компанії-оператора залізничної інфраструктури станції Одеса-Порт та під'їзної колії ДП «ОМТП» є недоцільним через те, що вона може працювати лише на правах під'їзної колії, що призводить до необхідності утримання інфраструктури станції Одеса Порт за власний рахунок та сплати послуг подачі та забирання вагонів замість послуг за перевезення без відповідного зменшення залізничного тарифу на перевезення.

Проект Закону України «Про залізничний транспорт» [13] створює фінансові умови для існування операторів залізничної інфраструктури так, як він передбачає виділення у структурі залізничного тарифу додаткових та допоміжних послуг, зокрема послуг, що надаються залізничними станціями.

Діяльність операторів об'єктів обслуговування (*Operator of the service facility*) в Європейському Союзі регулюється Директивою 2012/34 / ЄС.

Згідно зі статтею 3 Директиви 2012/34 / ЄС [14]:

- «*service facility*» means the installation, including ground area, building and equipment, which has been specially arranged, as a whole or in part, to allow the supply of one or more services referred to in points 2 to 4 of Annex II; 14.12.2012 Official Journal of the European Union L 343/39 EN (12);

- «*operator of service facility*» means any public or private entity responsible for managing one or more service facilities or supplying one or more services to railway undertakings referred to in points 2 to 4 of Annex II.

Однак Проект Закону України «Про залізничний транспорт» не містить ні поняття «Оператор об'єкту обслуговування», ні принципів регулювання їх діяльності.

У зв'язку з цим для створення компанії-оператора залізничної інфраструктури станції Одеса-Порт та під'їзної колії ДП «ОМТП» стивідорні компанії ДП «ОМТП» повинні прийняти участь в удосконаленні Проекту Закону України «Про залізничний транспорт» з метою створення законодавчої бази для компаній операторів залізничної інфраструктури аналогічних до *Hamburg Port Railway*.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Про морські порти: Закон України від 17.05.2012 №4709-VI (зі змінами) //zakon.rada.gov.ua.
2. Кібік О.М., Брагарник О.О. Відтворювальні цілі реструктуризації капіталу підприємств портової діяльності // Проблеми і перспективи розвитку підприємництва.– 2014.– №2(1). –С. 138–141.
3. Ботнарюк В.М. Российский рынок стивидорных услуг и особенности его развития на современном этапе // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2014.– Вып. 6. – С. 155–162.
4. Демьянченко А.Г. Функции и модели управления современным портом // Экономика промышленности. – 2012.– №3–4. – С. 258–267.
5. Альошинський Є.С., Світлична С.О. Аналіз проблем та перспектив розвитку інфраструктури припортових залізничних вузлів // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте: Сборник научных трудов Международ. научно-практ. конф. SWorld(21.06–03.07.2012) // www.sworld.education.
6. Альошинський Є.С., Світлична С.О., Стягіна Т.Г., Тушкіна І.О. Можливості раціоналізації процесу виконання митних операцій на припортових залізничних станціях // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.– 2011.– №3. – С. 14–18
7. Бутько Т.В., Лаврухін О.В., Головка Т.В. Формування математичної моделі взаємодії залізничного транспорту та поромного комплексу // Восточно-

Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – №6/9. – С. 66–69.

8. Козаченко, Д. Н. Системный кризис железной дороги. Как его преодолеть? / Д. Н. Козаченко, А. И. Верлан, О.Д. Кутателадзе // Порты Украины. – К., – 2013. – № 7. – С. 40-43.

9. Козаченко, Д. М. Проблеми розвитку приватної припортової залізничної інфраструктури в Україні / Д. М. Козаченко, А. І. Верлан, О. Д. Кутателадзе // Актуальні проблеми економіки. – 2016. – № 3 (177). – С. 157-166.

10. Методичні вказівки по проектуванню залізничних вузлів та станцій №111 / Державний проектно-вишукувальний інститут «Київдіпротранс». – Київ, 1987. – 38 с.

11. Порядок направлення вагонопотоків і організації їх у вантажні поїзди на 2019 - 2020 роки (план формування поїздів) / режим електронного доступу:

https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/formuvannia/

12. Оценка железнодорожного сообщения и железнодорожной инфраструктуры в Одесском порту. Окончательный отчет. DB Engineering & Consulting GmbH / Консалтинг в сфере логистики / Одесса / 18 апреля 2018 г.

13. Про залізничний транспорт: Проект Закону України від 06.09.2019 №1196-1 //rada.gov.ua

14. Directive 2012/34/EU of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 establishing a single European railway area – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2012/34/oj>

Надійшла до редколегії 12.11.2020.

Прийнята до друку 20.11.2020.

Д. Н. КОЗАЧЕНКО, Н. И. БЕРЕЗОВЫЙ, В. В. МАЛАШКИН, А. Р. МИЛЯНИЧ

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ И ПРЕДПОСЫЛОК СОЗДАНИЯ В УКРАИНЕ ОПЕРАТОРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Аннотация. В статье выполнен анализ взаимодействия магистрального железнодорожного и морского транспорта в современных условиях. Обзор новых исследований и публикаций этого направления показал, что их недостатком является отсутствие системного подхода и направленность на решение только определенных организационных вопросов взаимодействия. Выделены исследования ученых Днепропетровского университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, характеризующиеся комплексным охватом всех проблемных вопросов. Выделены случаи обслуживания портов железнодорожными станциями необщего пользования, при которых возникают дополнительные расходы стивидорных компаний при отсутствии механизма их компенсации.

Для получения ответа на основной вопрос исследования – природу дефицита приёмно-отправочных и сортировочных путей на железнодорожных станциях припортовых железнодорожных узлов и связанные с этим задержки вагонов в ожидании подачи в порт под грузовые операции, была проанализирована работа Одесского железнодорожного узла и станции Одесса-Порт, обслуживающего государственное предприятие «Одесский морской торговый порт».

В работе выполнен анализ технического оснащения железнодорожной инфраструктуры станций Одесского узла и сформулирован вывод о достаточности путевого развития перегонов, станций и пропускной способности сортировочных устройств. На основании анализа плана формирования поездов станций узла, организации работы с отправительскими маршрутами и контейнерными поездами, выявлены элементы отрицательного воздействия на организацию работы порта и станции Одесса-Порт. К ним относятся системные нарушения плана формирования поездов на станции Одесса-Порт, а также пиковые нагрузки на железнодорожную инфраструктуру станции и грузовые устройства при обслуживании железнодорожных маршрутов по прибытию и при формировании отправительских маршрутов и контейнерных поездов. Отмечены неточности в едином технологическом процессе работы ГП «ОМТП» и станции Одесса-Порт при определении маневровых локомотивов, обслуживающих станцию и порт, которые приводят к заниженному количеству локомотивов и, как следствие, дополнительным задержкам подвижного состава.

Установлена основная причина нарушений нормальной работы инфраструктуры железнодорожных станций Одесского железнодорожного узла – систематическое нарушение действующего плана формирования поездов.

В качестве рекомендации по созданию оператора железнодорожной инфраструктуры станции Одесса-Порт и подъездного пути ГП «ОМТП» рассмотрена необходимость совершенствования проекта закона Украины «О железнодорожном транспорте» с целью создания законодательной базы для компаний операторов железнодорожной инфраструктуры аналогичной европейским.

Ключевые слова: стивидор; морской порт; план формирования поездов; оператор железнодорожной инфраструктуры

ANALYSIS OF PROSPECTS AND PREREQUISITES FOR THE ESTABLISHING IN UKRAINE OPERATOR OF THE SERVICE FACILITY

Annotation. The article analyzes the interaction of the main railway and sea transport in modern conditions. A review of new studies and publications in this direction showed that their disadvantage is the lack of a systematic approach and focus on solving only certain organizational issues of interaction. The researches of scientists of the Dnipro University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, characterized by a comprehensive coverage of all problematic issues, are highlighted. Cases of servicing ports by non-public railway stations, in which additional costs of stevedoring companies arise in the absence of a mechanism for their compensation, are highlighted.

To obtain an answer to the main research question - the nature of the shortage of receiving-departure and marshalling tracks at railway stations of port railway junctions and the associated delays of wagons waiting for delivery to the port for cargo operations, the work of the Odessa railway junction and the Odessa-Port station serving State Enterprise "Odessa Sea Trade Port".

The paper analyzes the technical equipment of the railway infrastructure of the stations of the Odessa junction and formulates a conclusion about the sufficiency of the track development of spans, stations and the throughput of sorting devices. Based on the analysis of the plan for the formation of trains at the junction stations, the organization of work with dispatch routes and container trains, elements of a negative impact on the organization of the work of the port and the Odessa-Port station were identified. These include systemic violations of the train formation plan at the Odessa-Port station, as well as peak loads on the railway infrastructure of the station and cargo devices when servicing railway routes upon arrival and during the formation of dispatch routes and container trains. Inaccuracies in the unified technological process of operation of State Enterprise "OSTP" and the Odessa-Port station were noted when determining shunting locomotives serving the station and the port, which lead to an underestimated number of locomotives and, as a result, additional delays of the rolling stock.

The main reason for the disruption of the normal operation of the infrastructure of the railway stations of the Odessa railway junction was established – a systematic violation of the current plan for the formation of trains.

As a recommendation for the creation of an operator of the railway infrastructure of the Odessa-Port station and the access road of the State Enterprise "OSTP", the need to improve the draft law of Ukraine "About Railway Transport" was considered in order to create a legislative framework for companies of operators of railway infrastructure similar to European ones.

Key words: stevedore; seaport; train formation plan; operator of railway infrastructure

УДК 656.225

О. В. МУРАДЯН^{1*}

1* Каф. «Управління експлуатаційною роботою», Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 70, ел. пошта olegmuradian3@gmail.com, ORCID 0000-0002-6399-2970

РОЗВИТОК ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ В УКРАЇНІ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Мета. Метою статті є дослідження розвитку технологій та технічних засобів перевезень зернових вантажів залізничним транспортом в Україні. **Методика.** Дослідження виконані на основі методів аналізу стану розвитку процесів перевезення зернових вантажів в Україні та в інших державах, та аналізу літературних джерел, статистичних звітів щодо експорту зернових, стану залізничних шляхів. **Результати.** В роботі розглянута історія розвитку та проблема організації перевезень вантажів у морські порти незалежними перевізниками. Визначено потреби у зменшенні вартості перевезень зернових вантажів. Встановлено, що при вирішенні даного питання слід використовувати досягнення вітчизняних науковців, а також ноу-хау передових розвинутих країн при здійсненні перевезення зерна. Дослідження показує потенційну можливість застосування закордонного досвіду із врахуванням особливості місцевої специфіки розвитку політико-географічних умов та наявної інфраструктури. **Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає в тому, що в ній наведено дослідження методів організації перевезень зернових вантажів залізничним транспортом, що використовуються у світі та аналіз можливості їх застосування в Україні. **Практична значимість.** Практична значимість роботи полягає в тому, що вона може бути використана для подальших досліджень, розроблення державної програми розвитку та сприяння агропромислової галузі України, при аналізі будівництва нових елеваторів, впровадження нових технологій перевезення, а також для оцінки витрат, пов'язаних з різними логістичними схемами доставки зерна у морські порти.

Ключові слова: залізничний транспорт; вантажні перевезення; локомотив; прямі відправницькі маршрути; контейнер; організація перевезень

Вступ

Зерно є одним із основних експортних товарів вітчизняної економіки. Україна є одним з найбільших виробників зернових культур, серед яких головне місце посідає пшениця, а також просо, сорго, кукурудза, жито, овес, ячмінь і рис, які використовуються в харчовій промисловості, тваринництві та в секторі відходів тваринництва.

На початок 2020 року обсяги експорту зернових культур з України показують стійку тенденцію до росту. Динаміка експорту зерна з України за період 2008 – 2019 роки представлена на рис. 1. При цьому доля зерна в структурі експорту України щорічно зростає і у 2016 році досягла 16,5%, а в 2019 – 19,24 % (56,7 млн. т) (див. рис. 2). Це в свою чергу робить вітчизняне сільське господарство суттєвим, якщо не одним з головних джерел валютних надходжень для держави [1, 2].

Наявні проблеми, з якими стикаються експортери зерна, передумовлені передусім особливістю історичного розвитку транспортного сполучення та технологій організації перевезення вантажів, що склалися на території України.

Тому дослідження засобів й технологій перевезення зернових вантажів та етапів їх розвитку є досить актуальним для вирішення проблем логістики при перевезенні зернових.

Мета

Метою статті є дослідження розвитку вітчизняного процесу організації перевезення зернових вантажів в Україні та аналіз його сучасного стану, а також перспективи новітніх методів і технологій організації перевезень зернових вантажів у світі й аналіз їх застосування в Україні.

Методика

Дослідження виконувалися шляхом аналізу літературних джерел, статистичних звітів щодо експорту зернових, стану залізничних шляхів.

Результати дослідження

З 60-х років XIX століття на території України, яка в той час входила до складу Російської Імперії, в міру побудови залізниць, експорт зерна почав активно розвиватися. Стало можливим швидке переміщення великих партій зерна

в чорноморські порти. Мережа залізниць швидко розширювалася і згущувалася. У міру можливості залізниці обладналися складськими приміщеннями. Однак забезпечення залізниць складськими приміщеннями, рухомим складом, під'їзними коліями не вистачило у порівнянні з обсягами торгівлі зерном. Тому, як тільки випадав урожай вище середнього, виникали запаси: зерно чекало навантаження іноді по два місяці і часто без будь-якого прикриття. Підвезення до залізничних складів здійснювався по ґрунтових дорогах, доставка зерна до станцій відбувалася не тоді, коли вигідно продавати, а коли дозволяло стан доріг. В області водних сполучень була та ж непристосованість до термінового пересування зернових вантажів і відсутність належно обладнаних місць зберігання [33].



Рис. 1. Обсяг експорту зерна з України



Рис. 2. Доля зерна в експорті України

Головним зерновим портом Європи в кінці XIX століття стала Одеса, але в перше десятиліття XX століття з нею конкурувала вже дванадцять чорноморських портів, найбільшими з яких були Миколаївський і Херсонський. Так, щорічно через Миколаївський порт вивозилося більше 1250 тис. т зерна. У порту діяв найбільший елеватор ємністю 24 тис. т, введений в експлуатацію ще в 1883 році. Щодоби в порт подавалося 400 вантажних вагонів. Для перевезення

зерна використовувалися двовісні **криті вагони**, в кожен з яких вміщалося до 600 пудів (близько 9,83 т) зерна. Склад одного состава поїзда зазвичай не перевищував 30 вагонів.

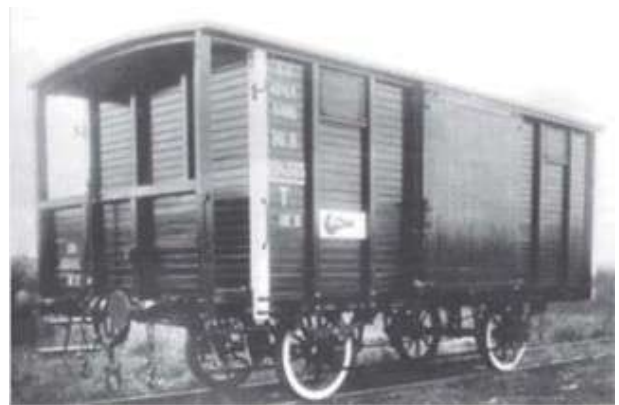


Рис. 3. Двовісний критий вагон для перевезення зернових вантажів і продуктів зернової переробки кінця XIX

Подальший розвиток відбувався напрямком збільшення вантажопідйомності критих вагонів шляхом додавання додаткових колісних пар вагонного візка для перерозподілу навантаження, а також укрупнення составів вантажних поїздів. Навантаження зерна відбувалася через спеціальні завантажувальні люки по аналогії з навантаженням вагона-зерновоза. Попередньо перед навантаженням встановлювалися спеціальні дверні огороження для запобігання навалу вантажа на двері критого вагона. Залишки зерна з таких вагонів доводилося виймати вручну, що вимагало додаткових витрат часу і ручної праці [33].

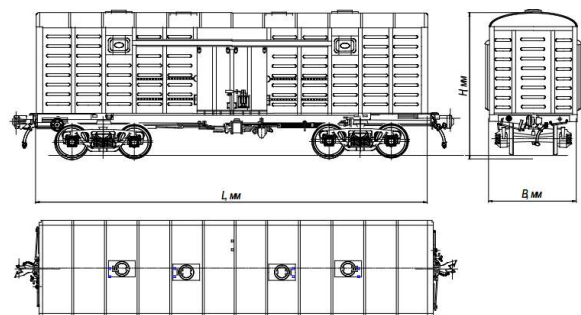


Рис. 4. Критий вагон для перевезення зернових вантажів і продуктів зернової переробки

Даний тип вагонів досі застосовується для перевезення в деяких районах Середньоазійських республік колишнього СРСР та країнах Азії та Африки, що зумовлено неможливістю закупки нових вагонів та низькі тарифи на перевезення. Не можливо не відмітити універсальність цього типу перевезення, що дозволяє уникнути «порожнього» пробігу вагона після вивантаження вантажу.

В останній чверті XX століття на зміну критим вагонів для зерноперевезень прийшли трапецієподібні **вагони-хопери** з бункерами конічної форми, верхніми завантажувальними і нижніми розвантажувальними люками. Вертикальне навантаження через люки завантаження дозволяють раціонально використовувати вантажопідйомність і об'єм вагона-зерновоза. Вивантаження відбувається навалом, що робить дану систему більш ефективною.

Перший в СРСР серійний вагон-хопер для зерна (модель 11-739) вантажопідйомністю 65 тон випускався з 1976 по 1982 р. Хопер-зерновоз був спроектований однакової довжини з критими вагонами і з аналогічним розташуванням люків на даху, що дозволило уникнути переобладнання вантажно-розвантажувальних пристроїв. Особливістю даного вагона - круглі люки для завантаження, в основному даний вагон відповідно до технічної документації має максимальну вантажопідйомність 65 т. Обсяг вагона 93 м³. З 1981 р було організовано виробництво нового типу зернового хопера (**модель 19-752**), на якому був усунутий ряд недоліків. Для полегшення завантаження зерна завантажувальні люки замість круглих малого діаметра були замінені прямокутними люками великого розміру. Вантажопідйомність хопера зросла до 70 т.

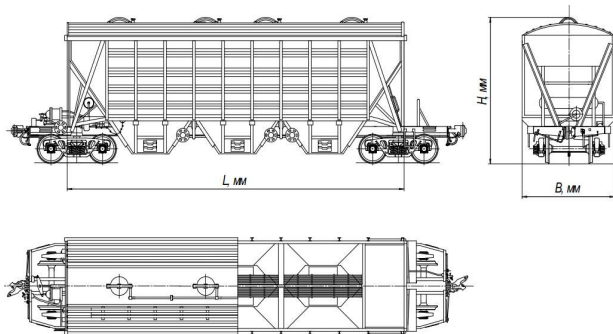


Рис. 5. Вагон-хопер (модель 19-752) для перевезення зернових вантажів

Сьогодні переважна частина перевезень зернових вантажів виконується з використанням зернового хопера моделі 19-752. Частина хоперів цієї конструкції було переформатовано для перевезення мінеральних добрив.

Наступним етапом стало освоєння вагонобудівниками виробництва хоперів каплевидної форми (для прикладу модель 19-7053-04), що відрізняються більшою вантажопідйомністю і поліпшеними економічними показниками. Такий рухомий склад є технічною основою подальшого вдосконалення перевезень зерна. Вантажопідйомність хопера становить більш ніж 70 т.

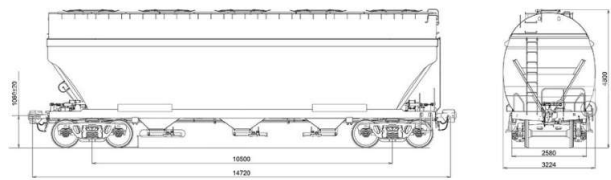


Рис. 6. Вагон-хопер (модель 19-7053-04) для перевезення зернових вантажів і продуктів зернової переробки

Станом на 2019 рік в Україні 22 347 вагонів-зерновозів. Із загальної парку 11 476 вагонів на балансі «Укрзалізниці», 10 871 - вагони інших власників [30]. В даний час знос вагонів зерновозів Укрзалізниці складає 98,6%, а середній вік більш ніж 30 років [25]. Вагонний парк зерновозів «Укрзалізниці» складається з наступних моделей зерновозів: 1 267 вагонів-зерновозів моделі 11-739; 10200 вагонів-зерновозів моделі 19-752, що робить її найпоширенішою моделлю зерновозу в Укрзалізниці; 9 вагонів-хопер моделі 19-923-07. В травні 2019 року кількість приватних вагонів-зерновозів в Україні досягло 11,8 тис. шт. і таким чином перевищив державний парк вагонів. Нарощення зерновозів приватними власниками відбулося з ринку залізничного секонд-хенду з Росії, де з 2016 року був запроваджена заборона на експлуатацію старих вагонів. Ці вагони, виготовлені 30-40 років тому. Лише невелика частина зеротрейдерів і агрохолдингів замовило та придбало вагонів хоперів каплевидної форми. Для прикладу, станом на квітень 2020 року ПАТ «КВБЗ» виробило 1000-ий вагон, хоча виробництво таких вагонів розпочалося у 2005 році.

До тенденцій розвитку вагонів-зерновозів можна віднести збільшення маси та місткості вантажу, що перевозиться, і таким чином посилення навантаження на вісь вагона, яка подекуди складає 25т на вісь. Для прикладу, в Росії налагоджено виробництво в новітніх вагонів-зерновозів бункерного типу моделі 19-6870. За своїми характеристиками дана модель ідентична моделі 19-7053-04 Крюківського вагонобудівного заводу [34].

В той час, найновіші моделі «критого зернового вагон-хопера з вигнутим бортом» від американської компанії «The Greenbrier Companies» Tsunami Gate (Curved Side Grain Covered Hopper Car) має вантажопідйомність 129,73 т та об'єм більш ніж 146 м³ (рис. 8). Навантаження відбувається через один широко відкритий люк і відбувається під час переміщення вагона по території елеватора [32].



Рис. 7. Вагон-хопер бункерного типу для перевезення зерна (модель 19-6870)



Рис. 8. Критий зерновий вагон-хопер з вигнутим бортом (Curved Side Grain Covered Hopper Car Tsunami Gate)

Основні характеристики вагонів-зерновозів наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Технічні характеристики моделей вагонів-зерновозів

Характеристика	Модель				Curved Side Grain Covered Hopper Car Tsunami Gate
	11-739	19-752	19-7053-04	19-6870	
Вантажопідйомність не більше, т	65	70	76,5	76	129,73
Об'єм кузова, м ³	93	94	124	120	146,82
Маса тари, т	22,7	23	23,5	23,8	27,0
База вагона, мм	10 500	10 500	10 500	10 500	нд
Довжина вагона по вісям автотчеплення, мм	14 720	14 720	14 720	14 720	15,300
Число люків: - загрузочних - розвантаж-х	4 6	4 6	5 3	5 6	1 2
Конструктивна швидкість, км/год	120	120	120	120	нд

До недоліків перевезення зерна вагоном-хопером відносять:

- необхідність повернення «порожняком», що зазвичай відбувається при неорганізованій системі логістики;

- сезонний дефіцит зерновозів.

Із-за цих чинників утримання і обслуговування вагонів-хоперів потребує додаткових витрат.

Слід зазначити, що починаючи з 2018 року в Україні проблема дефіциту рухомого складу для перевезення зернових вирішена за рахунок поповнення парку старими використаними вагонами з залізничного ринку Росії, що не стимулює перевізників змінювати технології перевезень та оновлювати парк вагонів на більш сучасний, який має ряд переваг перед старим.

З метою вирішення вищезгаданих чинників при перевезенні вагонів-хоперів висуваються ідеї виконувати перевезення зернових за допомогою полувагонів та **контейнерів** з використанням **спеціальних вагонних вкладашів**. До переваг використання вагонних вкладишів можна віднести доведення до мінімуму порожніх пробігів здебільшого контейнерів та подекуди напіввагонів. Даний спосіб використання вагонних поліпропіленових вкладишів в переважно контейнерах почав використовуватися у світі з початку 70-х років ХХ століття. Для України і країн колишнього СРСР це є інноваційним напрямком, який активно розвивається.

До переваг технології перевезень з використанням контейнерів можна віднести нижчу собівартість використання та оренди вагона-платформи: вагон-зерновоз – 904-1136 грн/доб, фітингова платформа – 462-606 грн/доб [27]. За рахунок значно меншої ставки оренди за користування платформами та низького коефіцієнту порожнього пробігу при перевезенні зерна в контейнерах на платформах власності УЗ можна зменшити загальні перевізні витрати до 60 % або на 20 USD/т (при повергненні платформ без порожніх контейнерів) та до 35 % або на 12 USD/т (при поверненні платформ з порожніми контейнерами). Так, для середньої відстані доставки зерна залізницею в порти на експорт 564 км загальні витрати на перевезення 1 т 28 зерна у зерновозах УЗ складають 12,57 USD (з яких 5,61 USD – витрати на оренду вагонів), а у контейнерах на платформах УЗ – 5,39 USD та 8,27 USD в залежності від схеми перевезення порожніх контейнерів (з яких 2,58 USD та 3,53 USD відповідно – витрати на оренду) [24].

Оскільки контейнерні перевезення є інтермодальними, то це дозволяє збільшити швидкість перевантаження на автомобільні та морські види транспорту. В такому випадку при використанні

спеціальних платформ можна уникнути перевантаження зерна на елеваторах та використання кранів для перевантаження контейнерів. Використання контейнерів для перевезення зернових не потребує спеціально обладнаних майданчиків для зберігання такого специфічного вантажу як зерно, а й отже додаткових витрат за зберігання. Додатково до вищесказаного, вагон - фітінгова платформа можна використати для перевезення контейнерів іншої категорії вантажів.

Слід відмітити, що разом з тенденцією до укрупнення відправлень зернових вантажів, на ринку завжди будуть присутні споживачі, які купують невеликі об'єми зерна, але мають специфічні вимоги щодо його характеристик. Ключовим питанням є зменшення собівартості перевезення зернових. Тому в якості альтернативного підходу до організації перевезень зернових вантажів є перевезення зерна у контейнерах. Іншими перевагами контейнеризації перевезень зернових є:

- можливість реалізації вроздріб роздрібним покупцям та продавцями, яких знайти легше;
- не потребує додаткових потужностей для зберігання, оскільки вантаж можна просто поставити на відкритий майданчик, де він очікуватиме судно скільки потрібно.
- мінімізація операцій при формування та переробці поїздів;
- швидкість доставки безпосередньо отримувачу;
- збільшення рівня контролю доступу та схоронності вантажу у контейнері.



Рис. 9. Технологія обробки контейнеризованих насипних вантажів

У якості прикладу можна навести Японію, яка імпортує близько 15 млн т кукурудзи, і значна частина купується саме в контейнерах, а також Аргентину.

Недоліки технології перевезення зернових контейнером полягають в його сутності, до якого можна віднести:

- обмежена вантажопідйомність – 27 т для 20-футових контейнерів;
- складність організації прямих відправницьких маршрутів, у зв'язку з природи технології, яка більш орієнтована для можливості реалізації вроздріб роздрібним покупцям та продавцями;
- більш повільна швидкість завантаження, у порівнянні з вагоном-хопером;
- передбачення окремих витрати на експлуатацію контейнера.

«Укрзалізниця» запустила вже 27 контейнерних поїздів, 22 з яких курсують регулярно. У 2019 році АТ «Укрзалізниця» було запущено три нових графікових контейнерних поїзда для перевезення зернових вантажів, які курсують зі станції Чорноморськ-Порт до Баліна, Гнівані та Старокостянтинова.

Наразі Укрзалізниця експлуатує близько 150 зернових контейнерів, використовуваних для перевезення зернових вантажів від елеваторів до морських портів. Конструкція цих контейнерів дозволяє вивантажувати зерно відразу на судно, значно прискорює процес перевезення, і, отже, зменшує його вартість. Зараз 1,7% від загальних обсягів вантажів - перевозиться в контейнерах. Такий сервіс дозволяє більш ніж в 3 рази скоротити оборот рухомого складу і, як наслідок, сприяє зниженню кінцевої вартості перевезення вантажу до 25% [29].

Перспективним в даному напрямку вбачається використання технології «double-stack car» або «платформи колодцеобразного типа», яка дозволяє перевозити контейнера двома ярусами, що дозволяє збільшити кількість перевезених контейнерів у порівнянні з платформами традиційної конструкції (рис. 10). В нашій країні для цього повинні бути змінені габарити шляхів, так як висота 2 контейнерів уже перевищує максимально-допустиму висоту навіть без урахування висоти рейок і мінімального зазору між рейкою і днищем рухомого складу. Цей спосіб перевезення широко практикується на напрямках залізниць США і Канади. У якості локомотива використовується тепловози через габарити навантаження і рухомого складу.

Дослідження показали, що перевезення зерна в контейнерах на платформах, у порівнянні з його транспортуванням у вагонах-зерновозах, дозволяє зменшити перевізну плату в залежності від відстані перевезення та власності рухомого складу від 30 % до 60 %, а загальні витрати (з урахуванням інвестицій у рухомий склад) – на 5-15 % [24].



Рис. 10. Технологія перевезення контейнерів в два яруси

Слід відмітити, що контейнеризація перевезення зерна може бути доволі актуальною для експортерів і зернотрейдерів, які співпрацюють з країнами Тихоокеансько-Азійського регіону, оскільки, основним продуктом споживання для тамтешнього населення є здебільшого рис. Продукція інших злакових споживається як допо-

міжна чи як в звичному раціоні нерезидентів, туристів. Зважаючи на швидкий промисловий розвиток Азійських країн, число нерезидентів, туристів різко збільшується. При цьому здебільшого в морських портах даних країн відсутня якісна інфраструктура перевантаження зернових, а наявна лише розвинута структура контейнерних терміналів, що є актуальним для контейнеризація перевезення зерна.

В той же час, контейнерні перевезення не можуть повністю замінити вагони-зерновози. Вони підходять здебільшого для немасових партій, вантажів, таких як шрот, горох, посівний матеріал чи інклюзивних зерно продуктів (для прикладу – пшениця зі зменшеною концентрацією глютену). Далеко не всі елеватори в Україні мають можливість проводити завантаження в контейнери, зокрема, на багатьох елеваторах та залізничних станціях відсутні крани з вантажопідйомністю, достатньою для постановки стандартного ISO-контейнера (24 т) на автомобіль чи на залізничну платформу [24].

Аналіз публікацій останніх років щодо процесу розвитку технологій та проблематики в організації перевезень зернових наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Публікації, пов'язані з аналізом процесу розвитку технологій та проблематики в організації перевезень зернових

№ п/п	Рік	Автор (и)	Зміст	Примітки і посилання
1	2017	Ю. В. Кебал, В. А. Шатов, О. М. Тьокотев, Н. Г. Мурашова	Удосконалення вагона-хопера	[9]
2	2017	С. В. Мямлин, Р. Г. Коробьева, В. В. Малашкин, Д. А. Бесараб	Впровадження бімодальних технологій	[12]
3	2018	Фомін О.В., Мурашова Н.Г., Воропай В.С.	Аналіз та перспективи розвитку бункерних вагонів	[8]
4	2018	Вернигора, А. М. Окороков, П. С. Цупров, Р. Ш. Рустамов	Перевезення експортних зернових вантажів у контейнерах	[10]
5	2018	Пасічник. А.М. Лебідь І.Г., Мірошніченко С.В., Кущенко	Перевезення зернових вантажів у контейнерах	[11]
6	2019	Слободян В. В.	Актуальні проблеми розвитку контейнерних перевезень в Україні	[13]
7	2020	Вернигора Р.В., Окороков А.М., Золотаревска О.О.	Аналіз, стан, перспективи розвитку вагонів-зерновозів та зернових контейнерів в Україні	[7]

На даний час в нашій країні подальший розвиток перевезення зернових залізницею до морських портів вбачається шляхами **вдосконалення процесу навантажувальної роботи елеватора**, подальшим впровадженням маршрутизації перевезень разом з введенням електронного документообігу для оформлення та посилення координації і взаємодії між відправником і УЗ.

З основних проблем, що виникають при організації залізничного перевезення зерна від ліній-

ного елеватора в пункт перевалки (порт), є низька навантажувальна потужність елеваторів, яка в більшості випадків становить 10...12 вагонів на добу. Така ситуація в сукупності зі значною розпорошеністю станцій навантаження зерна по території країни призводить до неможливості швидкого відвантаження зернових вантажів відправницькими маршрутами. [3] Діючи на сьогодні норми [3] встановлюють вимоги до завантаження однієї подачі вагонів протягом 3,66 год. У зв'язку з цим для залізниці обслуговування локомотивом навантаження маршруту є

ефективним лише на технічних та вантажних станціях, що мають свої локомотиви та локотрактори, які можуть використовуватись для виконання іншої роботи.

При навантаженні на проміжних станціях мають місце значні перерви у роботі маневрових локомотивів, через що знижуються показники використання локомотивів та локомотивних бригад залізниці. Одним із методів забезпечення незалежності навантажувальної роботи елеватора від обслуговування маневровими локомотивами залізниці є передбачення на ньому власного тягового рухомого складу. В якості тягового рухомого складу на елеваторах можуть використовуватись маневрові тепловози, такі як ТГМ-23 та ТГМ-4 та їх модифікації. Параметри вказаних локомотивів наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Параметри локомотивів серій ТГМ23 та ТГМ4

Параметр	ТГМ23	ТГМ4
Осьова формула	0-3-0	2 ₀ -2 ₀
Сила тяги тривалого режиму, т	10,2-12,5	16,4-23,0
Довжина, м	8,92	12,6-13,1
Орієнтовна вартість на вторинному ринку, млн. грн	1,0-1,2	2,6-3,2

Можливим також є застосування у якості маневрових засобів на елеваторах локотракторів. Характеристики локотракторів представлені у табл. 4.

Таблиця 4

Параметри локотракторів

Параметр	ТМ1.175	КРТ-1	ММТ-3
Базовий трактор	ХТЗ - 150К - 09	ХТЗ-17221-03	ХТА-300
Зчпна маса, т	12,8	10,0	13,0
Потужність силової установки, кВт	128,7	128,7	183,8

Перевагами локотракторів є те, що по-перше вони можуть використовуватись для виконання різноманітних технологічних та господарських задач в період відсутності навантаження зерна на елеваторі, по-друге спрощуються вимоги до колійного розвитку так, як їх пересування можуть здійснюватися як залізничною колією, так і автодорогою. Орієнтовна вартість нових локотракторів складає 2,2-2,7 млн. грн. Слід зазначити, що локотрактори активно використовуються в портах та терміналах. Крім власне тяг-

лової роботи, їх характеристики дозволяють використовувати також і для суміжних робіт на підприємстві. На даний час актуальним є питання щодо допуску локотракторів на окремі спеціалізовані, відповідним чином обладнані колії залізничних станцій або їх будівництво при станціях. Дане питання можна вирішити при активній взаємодії та фінансовій підтримці аграрного бізнесу і Укрзалізниці.

Впродовж 2016-2019 років Укрзалізниця вибрала шлях маршрутизації перевезення зернових. По всій території України триває відкриття нових маршрутних станцій із прискореним навантаженням. 79 таких об'єктів було відкрито до 2019 року, ще 75 було запущено в 2019. До побудови нової інфраструктури були залучені кошти фермерів, зацікавлених у якісних перевезеннях. Кожна експрес-станція має можливість цілодобово завантажувати по 44 і більше вагонів. Для того, щоби покрити потребу в усіх регіонах України, має бути збільшено кількість маршрутних зернових станцій майже втричі – до 550 об'єктів. Знайти додаткові кошти на будівництво сподіваються від залучення аграрних інвестицій, якщо ті матимуть місце після відкриття ринку землі. У перспективі маршрутні станції планують поділити на 3 групи за потужністю та швидкістю відправки вантажів, які формують маршрутну відправку за менш ніж 2 доби, друга група – за 2-3 доби, третя група розрахована на меншу вагу перевезень [22].

В той же час слід відмітити недоліки технології маршрутизації перевезень наявної в даний час в Україні. По-перше, відсутність злагодженої координації між відправником та залізницею, стихійна організація перевезень вантажів (несвоєчасна подача і прийняття заявок на перевезення), відсутність навантаження підприємствами у нічний час, а також святкові та вихідні дні, накопичення вагонів в очікування вивантаження через обмежену пропускну спроможність припортової станції. Подекуди затримка подачі локомотива залізницею сягає від 4 до 7 діб. Вирішення даної проблеми вбачається в введенні електронного документообігу, яке до того покликане пришвидшити оформлення та мінімізувати формальності при перевезенні. По друге, на даний час маршрутизацію перевезення залізницею застосовують зазвичай великі виробники зернових, різні агрохолдинги та агротейдери. При цьому середні та малі виробники не здатні виконати вимоги щодо створення прямого відправницького маршруту, норма состава формування якого повинна становити 44-54 вагонів

[28], і в даній категорії відправників мало вагонів для того щоб виконати умову забезпечення необхідного числа вагонів протягом доби для формування маршруту. По третє, з технічної сторони важко забезпечити швидке навантаження в зв'язку з низькою навантажувальною потужністю елеваторів згідно діючих на сьогодні норм [3]. На даний момент лише великі агрохолдинги мають можливість швидко організувати навантаження состава потяга, при цьому залишається не вирішеним питання незадовільної координації з залізницею, що змушує їх активно нарощувати власний парк вантажних автомобілів, щоб не залежати від Укрзалізниці.

Для прикладу в США перевезення зерна здійснюється поїздом з 110 вагонів, який забезпечується двома локомотивами - один йде в голові поїзда, інший - в хвості. Навантаження поїзда здійснюється за 8-12 годин. Вагони-хопери в США зустрічаються різної місткості, яка варіюється від 96 до 102 т [31]. З метою підвищення ефективності перевезення зернових вантажів на північноамериканських залізницях впроваджена технологія shuttle train [23]. Вантажовідправник повинен бути спроможним забезпечити навантаження поїзда з 75-120 вагонів протягом обмеженого часу (близько 15 годин). Поїзди рухаються між пунктами навантаження і вивантаження за жорстким розкладом у відповідності з контрактом на 6-9 місяців без переформування і відчеплення поїзних локомотивів на станції навантаження. Зазначена технологія передбачає використання спеціального тарифу, який нижче, ніж для перевезення зерна груповими відправками,

на 46-52% [23]. Укрупнення величини відправок зернових вантажів розглядається як основний захід скорочення логістичних витрат, пов'язаних з перевезенням зернових і в Російській Федерації. Так на сьогодні впроваджується технологія «Зерновий експрес» [23], що полягає у формуванні ступінчатого маршруту на виділеній станції і спрямуванні його до порту. При цьому проводиться постійний моніторинг відправленого составу з інформуванням вантажовідправника щодо місцезнаходження вантажу. Впровадження такої технології дозволило скоротити обіг вагонів на 20% [23]. В той же час необхідно відмітити, що вітчизняні залізниці мають ряд суттєвих відмінностей від залізниць Північної Америки. Перевезення в США виконується переважно тепловозною тягою. Доля електрифікованих залізниць в США складає біля 0,6% , в Україні - 47% експлуатаційної довжини мережі. Середня відстань перевезень зерна залізничним транспортом в Україні складає біля 550 км. Технологія перевезень shuttle train у США застосовується переважно на відстанях понад 1000 км, а перевезення зернових на відстані до 500 км переважно здійснюються автомобільним транспортом. У зв'язку з тим, що площа США у 16,3 рази більша за площу України, то залізничний та автомобільний транспорт можуть займати різні ніші ринку перевезень, на відміну від нашої держави, де вони конкурують між собою [23].

Аналіз публікацій останніх років по проблемі організації перевезень зернових наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Публікації, пов'язані з проблематикою організації перевезень зернових

№ п/п	Рік	Автор (и)	Зміст	Примітка і посилання
1	2014	Д. М. Козаченко, І. Л. Журавель, І. Ю. Левицький	Удосконалення технічного забезпечення та технологій експортних перевезень зернових вантажів	[22]
2	2015	Д. М. Козаченко, Р. Г. Коробйова, Р. Ш. Рустамов	Нормування тривалості виконання маневрових пересувань з врахуванням обмеження швидкості руху на окремих елементах прямування составів	[23]
3	2018	Д. В. Ломотько, Д. В. Арсененко	формування залізничних маршрутів із зерновими вантажами за допомогою моделей на мережі Петрі	[20]
4	2018	Д. Н. Козаченко, О. В. Мурадян, В. В. Олег	Вдосконалення роботи на ділянках навантаження	[19]
5	2018	О. В. Мурадян, В. В. Олег	Напрямки удосконалення перевезення зернових вантажів в Україні залізничним транспортом	[21]
6	2018	Запара В.М., Запара Я.В., Костюкевич С.В., Мокляк Н.Г	Тенденції удосконалення перевезення зернових вантажів залізницями України	[15]
7	2019	Бауліна Г.С., Богомазова Г.Є., Мішков В.С.	Ступінчаті маршрути	[17]

Дані методи організації перевезення зернових є можливими для великих зернових компа-

ній. В той же час, аналізуючи ринок землі в Україні, можна побачити, що загальний земельний банк 100 найбільших агрохолдингів станом на

жовтень 2019 року складав 6-6,3 млн га земель. У 2019 році в Україні налічувалося 32,6 млн га ріллі. З цієї площі не було засіяно 4,8 млн га [25]. Тобто, приблизно 21 млн га припадає на малі та середні сільськогосподарські підприємства, які також потребують засобів перевезення зернових як в середині країни, так і на експорт, переважно через морські порти України. Малі та середні зерновиробники тримають у своїй власності більш ніж в 3 рази більше земель, на якій вирощують сільськогосподарську продукцію. Даний контингент потенційних виробників та продавців зернової продукції здебільшого не може дозволити собі можливості великого бізнесу в сфері перевезення, але також як і великі підприємства зацікавлений в реалізації на експорт своєї продукції.

Вирішення проблем малих та середніх зерновиробників вбачається у створенні спеціальних фермерських кооперативів, зерноприймальних асоційованих підприємств чи організацій зі зберігання, транспортування та дистрибуції зернових. Таким чином, відправними пунктами логістичного ланцюжка перевезень зерна є ті, хто це зерно виробляє, - фермери. Фермерські кооперативи - наступний етап ланцюжка постачання.

В США такі об'єднання часто мають історію в кілька десятків років, і були створені для того, щоб полегшити фермерам збут продукції. Кооперативи є проміжним (або одним з проміжних) і сполучною ланкою між виробниками агропродукції і глобальними зернотрейдерами, такими як Cargill або ADM. Ці кооперативи можуть об'єднуватися в альянс, таким чином, нарощуючи можливості для того, щоб обходитися в перспективі без посередництва зернотрейдерів, стаючи трейдерами самі. Персонал фермерського об'єднання середнього розміру налічує, приблизно 100 співробітників, управління здійснюється членами ради директорів, кожен з яких є фермером. Продукцію фермерів кооператив ввозить на свій елеватор з радіуса близько 70-90 миль (112-145 км). До терміналу зазвичай прокладені залізничні колії [26].

Шляхом злиття кооперативів можуть утворюватися альянси. Всього до складу альянсу входять десятки кооперативів у складі тисяч фермерів в різних локаціях, потужності одноразового зберігання складають близько мільйони тон зернових.

Таким чином для підвищення конкурентоспроможності вітчизняного зерна на зовнішніх ринках актуальною є задача впровадження новітніх технологій та ефективного функціонування логістичної системи шляхом зменшення частки

логістичних витрат у вартості матеріального потоку та часу навантаження, обороту вагонів-зерновозів, що є актуальним для великих зернових компаній. Для малих та середніх є адаптації світового досвіду і розробок власних технічних та технологічних рішень, спрямованих на зменшення витрат, що пов'язані з перевезеннями від елеваторів до морських портів.

Наукова новизна та практична значимість

Наукова новизна роботи полягає у тому, що в ній наведено дослідження розвитку методів організації перевезень зернових вантажів залізничним транспортом, що використовуються в Україні і в світі та аналіз їх застосування в нашій державі.

Результати дослідження можуть бути використані для подальших досліджень, розроблення державної програми розвитку та сприяння агропромислової галузі України, при аналізі будівництва нових елеваторів, впровадження нових технологій перевезення, а також для оцінки витрат, пов'язаних з різними логістичними схемами доставки зерна у морські порти.

Висновки

Виконані дослідження дозволяють зробити наступні висновки.

Розвиток залізниці значно пришвидшив експорт зерна через Причорноморські порти України. За час свого функціонування процес перевезення зернових пройшов шлях від переміщення зерна в критих вагонах до спеціалізованих вагонів-хоперів та зернових контейнерів. При всіх плюсах вагонів-хоперів все ще не вирішено проблематику порожнього пробігу, повільного навантаження та подекуди відстїю на проміжних ділянках. Одним із шляхів вирішення проблеми перевезення зернових вантажів є застосування прямих відправницьких маршрутів на залізниці. Дана технологія перевезення на даний момент має наступні проблеми: відсутність злагодженої координації між відправником та залізницею, як наслідок - стихійна організація перевезень вантажів, накопичення вагонів в очікування вивантаження через обмежену пропускну спроможність припортової станції; не здатність середніх та малих зерновиробників виконати вимоги щодо створення прямого відправницького маршруту, у зв'язку з недостатніми об'ємами необхідними для формування маршруту зі станції; залежність процесу навантажувальної роботи

елеватора від обслуговування маневровими локомотивами залізниці та значні перерви у роботі маневрових локомотивів при навантаженні на проміжних станціях, через що знижуються показники використання локомотивів та локомотивних бригад залізниці. Вирішення даних проблем потребує наступних шляхів:

- введення електронного документообігу, яке покликане пришвидшити оформлення та мінімізувати формальності при перевезенні і посилити координацію взаємодії між відправником і УЗ;
- створення зерноприймальних підприємств, об'єднань для накопичення, зберігання, транспортування зернових, шляхом асоціативної взаємодії середніх та малих фермерських підприємств за прикладом США для вирішення проблем зернової логістики та експортної дистрибуції;
- передбачення на навантажувальному елеваторі власного тягового рухомого складу. В якості тягового рухомого складу на елеваторах можуть використовуватись маневрові тепловози, такі як ТГМ-23 та ТГМ-4 та їх модифікації.

Для середнього та малого агробізнесу в якості альтернативного підходу до організації перевезень зернових вантажів вбачається розвиток системи бімодальних та мультимодальних перевезень зерна, тобто перевезення зерна у контейнерах.

Засобами розвитку також можуть бути впровадження новітніх технологій перевезення, на кшталт вагонів зерновозів бункерного типу чи типу Tsunami Gate, запровадження власного тягового рухомого складу в пунктах перевалки, застосування укрупнення величини відправок зернових вантажів по прикладу США.

Розвинута система та новітні технології перевезень зерна в Україні дозволять підвищити ефективність логістики експорту, зменшити вартість логістичної складової у кінцевій вартості українського зерна та відповідно збільшити конкурентоздатність на зовнішніх ринках і валютні надходження до державного бюджету.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Правила тяговых расчётов для поездной работы [Текст]. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.
3. Нормы технологического проектирования хлебоприёмных предприятий и элеваторов, ВНТП-05-88 Минхлебопродуктов СССР.
4. В. Б. Фейденгольд, В. Л. Серебряный, С. Л. Белецкий. Технологическое проектирование и эффективная эксплуатация линий приёмки и отпуски зерна в вагоны на элеваторах Росрезерва / Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – Вып. 4. С. 225-242.
5. Вернигора, Р. В. Анализ системы хранения украинского зерна / Р. В. Вернигора, Р. Ш. Рустамов // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Дніпро, 2017. – Вып. 13. – С. 10-18. – doi: 10.15802/tstt2017/110763.
6. Про залізничний транспорт [Електронний ресурс]: закон України від 04 липня 1996 року №273/96 (із змінами та доповненнями). – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 06.01.2018).
7. Вернигора Р. В., О कोरोков А. М., Золотаревска О. О. // Оцінка інвестиційного проекту по оновленню рухомого складу для організації залізничних перевезень зернових вантажів// Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія «Транспортні системи і технології перевезень» – Вып. 19.2020 – Д.:ДНУЗТ, 2020. – С. 43-54.
8. Фомін О. В., Мурашова Н. Г., Воропай В. С. Конструктивний аналіз та перспективи розвитку бункерних вагонів для перевезення зернових // Журнал «Вагонний парк» №10(142)/2018 - С.17-21.
9. Ю. В. Кебал, В. А.Шатов, О. М. Тьокотев, Н. Г. Мурашова. Удосконалення конструкції вагона-хопера для перевезення зерна // Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології», 2017. Вып. 30 – С. 113-122.
10. Вернигора Р. В., О कोरोков А. М., Цупров П. С., Рустамов Р. Ш. Перспективи експортних перевезень зернових вантажів у контейнерах // Транспортні системи і технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпров. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2018. – Вып. 16. – С. 22–30. – DOI: 10.15802/tstt2018/164056.
11. Пасічник А. М. Лебідь І. Г., Мірошніченко С. В., Кущенко Є. С. Удосконалення транспортно-логістичної інфраструктури та технологій контейнерних перевезень зернових вантажів // Наукові видання ХНТУСГ: Серія «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів» № 14.2018-174-183.
12. С. В. Мямлин, Р. Г. Коробьева, В. В. Малашкин, Д.А. Бесараб. Совершенствование зерновой логистики за счёт внедрения бимодальных тех-

- нологий // Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія «Транспортні системи і технології перевезень», Вип. 14.2017 – Д.: ДНУЗТ, 2017. – С. 69-77.
13. Слободян В. В. Актуальні проблеми розвитку контейнерних перевезень в Україні [Електронний ресурс] / В. В. Слободян // Приазовський економічний вісник. – 2019. – Вип. 5 (16). – С. 29-35. – Режим доступу: http://pev.kpu.zp.ua/journals/2019/5_16_uk/7.pdf
14. T. Butko, A. Prokhorchenko, M. Muzykin An improved method of determining the schemes of locomotive circulation with regard to the technological peculiarities of railcar traffic / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 5/3 (83) 2016.
15. Запара В. М., Запара Я. В., Костюкевич С. В., Мокляк Н. Г. Тенденції удосконалення технології перевезення зернових вантажів залізницями України // Вісник економіки транспорту і промисловості № 62, Додаток, 2018
16. D. Kozachenko, R. Vernigora, V. Balanov, N. Berezovy, L. Yelnikova, Yu. Germanyuk. Evaluation of the transition to the organization of freight trains traffic by the schedule / Transport problems - 2016. – Vol. 11, Is. 1. – P. 41–48. – doi: 10.20858/tp.2016.11.1.4.
17. Бауліна Г. С., Богомазова Г. Є., Мішков В. С. Розробка моделі формування ступінчастих маршрутів із зерновими вантажами на залізницях України // Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія «Транспортні системи і технології перевезень», Вип. 187.2019 – Д.: ДНУЗТ, 2019. – С. 42-52.
18. Laurino Antonio, Ramella Francesco, Beria Paolo. The economic regulation of railway networks: A worldwide survey Transportation Research Part A: Policy and Practice Volume 77, July 2015, Pages 202-212 <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.011>
19. Козаченко, Д. Н. Совершенствование организации местной работы железных дорог на участках погрузки зерновых грузов / Д. Н. Козаченко, О. В. Мурадян, В. В. Олег // Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпров. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2018. – Вип. 16. – С. 45-53. – DOI: 10.15802/tstt2018/164063.
20. Д. В. Ломотько, Д. В. Арсененко. Створення ефективної технології формування залізничних маршрутів із зерновими вантажами за допомогою моделей на мережі Петрі // Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті», Вип. №6.2018 – Д.:ДНУЗТ, 2018. – с. 38-45.
21. Мурадян О. В. Напрямки удосконалення перевезення зернових вантажів в Україні залізничним транспортом / О. В. Мурадян, В. В. Олег // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2018. – Вип. 15. – С. 58-65. – DOI: 10.15802/tstt2018/150203.
22. Козаченко Д. М. Нормування тривалості виконання маневрових пересувань з врахуванням обмеження швидкості руху на окремих елементах прямування составів / Д. М. Козаченко, І. Л. Журавель, І. Ю. Левицький // Залізничний транспорт України. – 2014. – № 6. – С. 30-36.
23. Козаченко, Д. М. Удосконалення технічного забезпечення та технологій експортних перевезень зернових вантажів в Україні / Д. М. Козаченко, Р. Г. Коробйова, Р. Ш. Рустамов // Вісн. Дніпропетр. держ. аграрно-економ. ун-ту. – 2015. – № 4. – С. 121–127.
24. Вернигора Р. В., Огороков А. М., Цупров П. С., Рустамов Р. Ш. Перспективи експортних перевезень зернових вантажів у контейнерах // Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Вип. 16. 2018 р. 22 doi: <https://doi.org/10.15802/tstt2018/164056> © 2018 УДК 656.13:656.225
25. Валерий Ткачев. Почему трейдерам необходимо покупать зерновозы [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://latifundist.com/novosti/45332-ekspert-obyasnil-pochemu-agroproizvoditelyam-neobhodimo-pokupat-vagony-zernovozy>
26. Открытие Америки: Логистика зерна в США в объективе Л.А.В. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://cfts.org.ua/articles/otkrytie_ameriki_logistika_a_zerna_v_ssha_v_obyektive_lab_1507
27. Ставка плати за використання власних вагонів Перевізника та плати за користування вагонами Перевізника за межами України (вводяться в дію з 00:00 13.10.2019) [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/dogtariffs/stavky/501517/
28. Підсумки сезону вантажоперевезень Укрзалізницею: локомотивів бракувало, вагонів перебір [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://agropolit.com/spetsproekty/660-pidsumki-sezonu-vantajoperevezen-ukrzaliznitseyu-lokomotiviv-brakuvalo-vagoniv-perebir>
29. ЦТС [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://cfts.org.ua/news/2019/09/24/uz_zarustila_tr_i_konteynnykh_poezda_dlya_perevozki_zerna_55385
30. Агро-Портал [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://agroportal.ua/>

31. Progressive RailroadingMedia Resources [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.progressiverailroading.com/>

32. GBX [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gbrx.com/manufacturing/north-america-rail/covered-hopper-railcars/5185-covered-hopper-railcar-with-tsunami-gate/>

33. Зерновой путь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://viggorr.livejournal.com/8510.html>

34. УВЗ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://uralvagonzavod.ru/product/76/93>

Надійшла до редколегії 30.09.2020

Прийнята до друку 20.10.2020

О. В. МУРАДЯН

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕВОЗКИ ЗЕРНОВЫХ ГРУЗОВ В УКРАИНЕ ЗАЛИЗНЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Цель. Целью статьи является исследование развития технологий и технических средств перевозок зерновых грузов железнодорожным транспортом в Украине. **Методика.** Исследования выполнены на основе методов анализа состояния развития процессов перевозки зерновых грузов в Украине и в других государствах, а также анализа литературных источников, статистических отчётов по экспорту зерновых, состояния железнодорожных путей. **Результаты.** В работе рассмотрена история развития и проблема организации перевозок грузов в морские порты независимыми перевозчиками. Определены потребности в уменьшении стоимости перевозок зерновых грузов. Установлено, что при решении данного вопроса следует использовать достижения отечественных учёных, а также ноу-хау передовых развитых стран при осуществлении перевозки зерна. Исследование показывает потенциальную возможность применения зарубежного опыта с учётом особенностей местной специфики развития политико-географических условий и имеющейся инфраструктуры. **Научная новизна.** Научная новизна работы заключается в том, что в ней приведено исследование методов организации перевозок зерновых грузов железнодорожным транспортом, используемых в мире и анализ возможности их применения в Украине. **Практическая значимость.** Практическая значимость работы заключается в том, что она может быть использована для дальнейших исследований, разработки государственной программы развития и содействие агропромышленной отрасли Украины, при анализе строительства новых элеваторов, внедрение новых технологий перевозки, а также для оценки затрат, связанных с различными логистическими схемами доставки зерна в морские порты.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт; грузовые перевозки; локомотив; прямые отправительские маршруты; контейнер; организация перевозок

O. MURADIAN

DEVELOPMENT OF TECHNICAL FACILITIES AND TECHNOLOGIES FOR TRANSPORTATION OF GRAIN CARGO IN UKRAINE BY LARGE TRANSPORT

Purpose. The purpose of the article is to study the development of technologies and technical means of transportation of grain cargoes by rail in Ukraine. **Methodology.** The research was carried out on the basis of methods for analyzing the state of development of the processes of transportation of grain cargo in Ukraine and in other states, as well as analysis of literature sources, statistical reports on the export of grain, the state of railways. Results. The paper deals with the history of development and the problem of organizing cargo transportation to seaports by independent carriers. The needs for reducing the cost of transportation of grain cargo are determined. It has been established that when solving this issue, one should use the achievements of domestic scientists, as well as the know-how of advanced developed countries in the implementation of grain transportation. The study shows the potential for applying foreign experience, taking into account the peculiarities of the local specifics of the development of political and geographic conditions and the existing infrastructure. **Scientific novelty.** The scientific novelty of the work lies in the fact that it provides a study of methods for organizing the transportation of grain cargo by rail, used in the world and an analysis of the possibility of their application in Ukraine. **Practical significance.** The practical significance of the work lies in the fact that it can be used for further research, development of a state development program and assistance to the agro-industrial industry of Ukraine, in the analysis of the construction of new elevators, the introduction of new transportation technologies, as well as for assessing the costs associated with various logistics schemes for grain delivery to seaports.

Key words: railway transport; freight transportation; locomotive; direct dispatch routes; container; organization of transportation

УДК 656.2

Д. М. КОЗАЧЕНКО^{1*}, В. В. МАЛАШКІН^{2*}, М. І. БЕРЕЗОВИЙ^{3*}, О. Л. ІСКРА^{4*}

^{1*} Каф. «Управління експлуатаційною роботою», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, г. Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 04, ел. пошта kozachenko@upr.diit.edu.ua, ORCID 0000-0003-2611-1350

^{2*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 371 51 03, ел. пошта viacheslav.malashkin@gmail.com, ORCID 0000-0002-5650-1571

^{3*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 371 51 03, ел. пошта n.berezovy@gmail.com, ORCID 0000-0001-6774-6737

^{4*} Одеський фаховий коледж транспортних технологій, пл. Олексіївська, 2, Одеса, Україна, 65005, тел. +38 (067) 603 49 91, ел. пошта: elenaiskra1@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ТА ПРОВІЗНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ В УМОВАХ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБСЯГІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ СИРОВИНИ

Мета. У сучасних умовах проблема підвищення ефективності роботи залізничного транспорту промислових підприємств є досить актуальною, і, в першу чергу, це відноситься до підприємств металургійної і гірничо-видобувної галузі, які є найбільшими одержувачами і відправниками вантажів залізницями України. У цьому зв'язку метою дослідження є розробка заходів щодо підвищення пропускної та провізної спроможності залізничної інфраструктури підприємства гірничо-видобувної галузі в умовах збільшення обсягів перевезення сировини. **Методи.** Комплексний аналіз технічного оснащення та технології роботи залізничного транспорту великого гірничо-збагачувального комбінату України виконано з використанням методів графоаналітичного моделювання. **Результати.** Колійний розвиток гірничо-збагачувального комбінату забезпечує доставку залізної руди з кар'єру до дробильно-збагачувальної фабрики. Комбінат представлено як систему транспортування сировини від пунктів навантаження до пункту вивантаження, в якій процес її споживання є рівномірним (вивантаження руди на коліях дробильної фабрики), а процес її поповнення – нерівномірним (навантаження руди на пунктах навантаження). Згладжування нерівномірності постачання сировини між пунктами навантаження та вивантаження забезпечує колійна ємність станції, що примикає до дробильної фабрики. Пропускна спроможність існуючої залізничної інфраструктури комбінату не забезпечує опанування розрахункових обсягів перевезення сировини. Аналіз результатів графічного моделювання роботи гірничо-збагачувального комбінату показав, що обмежувальними елементами є переробна спроможність дробильної фабрики та довгі перегони між пунктами навантаження і станцією примикання. Запропоновані організаційно-технічні рішення для збільшення пропускної спроможності залізничної інфраструктури гірничо-збагачувального комбінату. **Практична значимість.** Отримані результати можуть бути використані при впровадженні рекомендацій, спрямованих на підвищення ефективності функціонування залізничного транспорту гірничо-збагачувального комбінату в умовах збільшення обсягів перевезення сировини.

Ключові слова: гірничо-збагачувальний комбінат; залізнична інфраструктура; пропускна спроможність; провізна спроможність; графоаналітичний метод

Вступ

Залізничний транспорт промислових підприємств є важливим елементом в логістичному ланцюзі переміщення потоків вантажів, який забезпечує безпосередню взаємодію з передачі вантажів між вантажовласниками і магістральними залізницями. На сьогодні транспортна система України включає понад 7 тис. під'їзних колій промислових підприємств з виходом на колії загального користування АТ «Укрзалізниця» сумарною протяжністю близько 27 тис.

км. Аналіз роботи залізниць України показує, що більше 90 % всіх вантажних операцій наразі виконується саме на коліях промислових підприємств.

Рівень експлуатаційної надійності функціонування залізничного транспорту промислових підприємств впливає як на роботу магістральних залізниць, так і на роботу самих підприємств, адже вантажопотоки «зароджуються» на коліях елеваторів, металургійних та гірничо-збагачувальних комбінатів, нафтопереробних заводів, нафтобаз і портів.

Таким чином, ефективність функціонування виробничо-транспортної системи підприємства в значній мірі визначається рівнем взаємодії виробництва і транспорту.

Постановка завдання дослідження

За останні чотири роки спостерігається зростання обсягів перевезення металургійної сировини. Так, на рис. 1 наведена динаміка обсягів перевезення залізної руди залізничним транспортом [2].

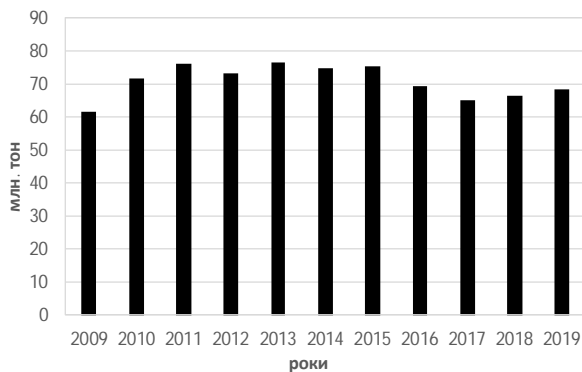


Рис.1. Обсяги перевезення залізної руди

У цілому, галузь виробництва залізорудної сировини, як і вітчизняна чорна металургія, суттєво залежить від кон'юнктури світового ринку. Хоча залежність ця доволі специфічна: опосередковано – через поставки сировини для експортно-орієнтованої вітчизняної чорної металургії та безпосередньо – через експорт залізорудної сировини. Так, у березні – квітні 2015 р. ціни на залізорудну сировину у китайських портах упали до мінімуму і ряд українських гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗК) вимушені були скоротити обсяги видобутку руди (див. рис. 1). Але не всі ГЗК пішли таким шляхом. Наприклад, Полтавський ГЗК компанії *Ferrexpo* вийшов на повну потужність із виробництва окатишів – близько 12 млн т на рік. Підприємство встигло завершити інвестиційну програму з розширення потужностей і, орієнтуючись зараз тільки на зовнішніх споживачів, здатне забезпечувати високе завантаження [3]. Також слід зазначити, що Полтавський ГЗК готує проект збільшення виробництва готової продукції і, як наслідок, обсягів видобутку сировини [4].

Очевидно, що збільшення обсягів видобутку залізорудної сировини та виробництва готової продукції суттєво вплине на роботу внутрішнього залізничного транспорту, який повинен забезпечити високий рівень надійності функціонування промислових підприємств. У цьому зв'язку постає завдання, спрямоване на

підвищення пропускної та провізної спроможності залізничної інфраструктури підприємства гірничо-видобувної галузі за рахунок впровадження організаційно-технічних заходів.

Мета дослідження

У сучасних умовах проблема підвищення ефективності роботи залізничного транспорту промислових підприємств є досить актуальною, і, в першу чергу, це відноситься до підприємств металургійної і гірничо-видобувної галузі, які є найбільшими одержувачами і відправниками вантажів залізницею.

Метою дослідження є розробка заходів щодо підвищення пропускної та провізної спроможності залізничної інфраструктури підприємства гірничо-видобувної галузі в умовах збільшення обсягів перевезення сировини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розробка та впровадження заходів щодо посилення пропускної та переробної спроможності як окремої залізничної станції, так і колії незагального користування (транспортного вузла) призводить до скорочення часу обороту вагонів.

Різні способи посилення дозволяють отримати різні значення скорочення часу обороту і приросту переробної спроможності. Це визначається схемами колійного розвитку окремих станцій, схемою колії незагального користування (транспортного вузла), організацією просування вагонопотоків, а також рівнем початкової технічної оснащеності. Для оцінки ефективності заходів, що розробляються, використовуються різні підходи.

Аналіз публікацій вітчизняних досліджень показав, що широкого поширення набув лише аналітичний підхід до визначення пропускної спроможності залізничних дільниць та напрямків [5]. Аналітичні методи є простими в розрахунку і зазвичай використовуються для оцінки теоретичної (наявної) пропускної спроможності, але він не враховує стохастичного характеру руху поїздів та неможливість обліку характеристик руху групи (поток) поїздів.

У деяких випадках використання лише аналітичного методу визначення пропускної спроможності виявляється недостатньо через особливості у технології роботи транспортного об'єкту або його конструктивних параметрів [6]. У такому випадку доцільно використовувати графоаналітичні методи оцінки пропускної та провізної спроможності залізничної інфраструктури, які базуються на побудові укрупнених або

детальних графіків функціонування транспортних об'єктів. Саме цей підхід використали автори роботи [7] при дослідженні роботи великого металургійного комбінату та перевірки відповідності його технічного оснащення перспективним обсягам роботи.

Найбільш достовірним методом оцінки пропускної спроможності залізничних дільниць, залізничних станцій та їх стрілочних горловин є метод імітаційного моделювання, який дозволяє врахувати стохастичний характер процесу перевезень у динаміці, особливості технології роботи та конструкції транспортних об'єктів. Недоліком такого підходу є складність побудови імітаційної моделі та значні витрати часу. До того ж такі моделі розробляються для конкретного об'єкту. Так, у роботі [8] розглядається принцип визначення пропускної спроможності промислової сортувальної станції з використанням її ергатичної моделі.

У закордонних дослідженнях також отримали розвиток аналітичні та імітаційні методи оцінки пропускної спроможності залізничної інфраструктури [9], які об'єдналися у оптимізаційний метод і отримали поширення у країнах ЄС.

Основний матеріал дослідження

Результати досліджень наведені на прикладі Приватного акціонерного товариства «Полтавський Гірничо-гірничо-збагачувальний комбінат» (ПГЗК), яке має повний технологічний цикл – від видобутку сирової руди до виробництва залізородних окатишів. Переробка руди, виробництво концентрату й окатишів здійснюється на переробному комплексі, що включає дробильно-збагачувальну фабрику (ДЗФ), а також цех виробництва окатишів.

У зв'язку із збільшенням виробництва готової продукції та обсягів видобування сирової руди виникла потреба у визначенні пропускної спроможності перегонів та перевантажувальних пунктів для опанування перспективних обсягів перевезення сировини з кар'єру до дробильно-збагачувальної фабрики у розмірі 64,0 млн. т/рік.

Колійний розвиток ПГЗК, що забезпечує доставку залізної руди з кар'єру до ДЗФ умовно поділений на два борта – «західний» та «східний». До «східного» борту відносяться станції Кар'єрна-2, Кар'єрна-1 та Відвальна, до «західного» – станції Навантажувальна та пост Західний (рис. 2).

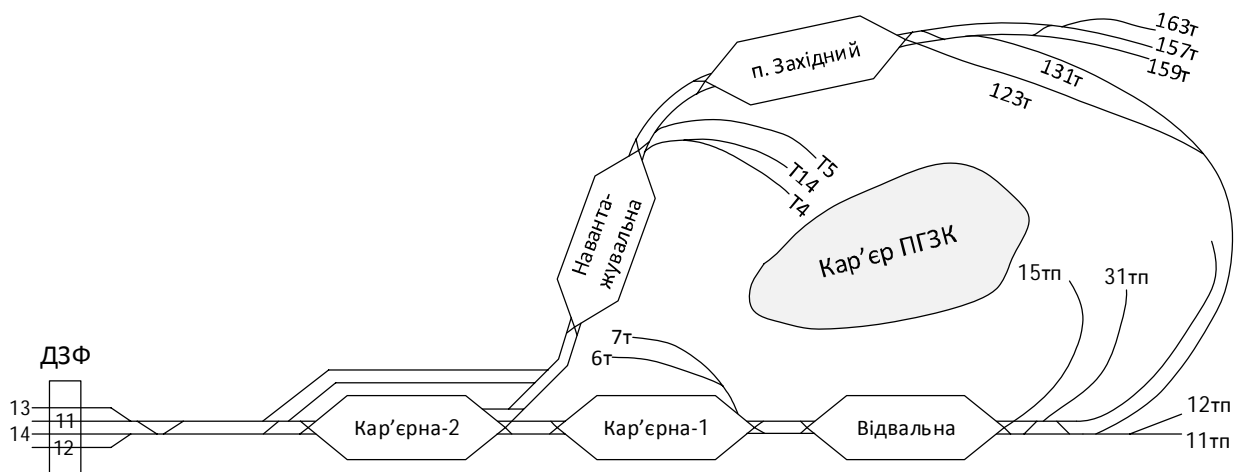


Рис. 2. Схема колійного розвитку Полтавського ГЗК

У нинішній час навантаження руди в залізничні незмінні локомотиво-состави, здійснюється на трьох точках навантаження «західного» борту та на восьми точках навантаження «східного» борту кар'єру.

На «західному» борту навантаження здійснюється на навантажувальних тупиках Т4, Т5 та Т14, що примикають до станції Навантажувальна. На «східному» борту кар'єра навантаження здійснюється на навантажувальних тупиках 6т та 7т, які примикають до станції Кар'єрна-1 та тупикових коліях 15тп, 31тп, 11тп, 12тп,

123т та 131т, що примикають до станції відвальна. Подача локомотиво-составу під навантаження на вказані колії здійснюється локомотивом вперед.

Вивантаження сировини здійснюється у бункери, що розташовані між коліями 11-13 та 12-14 ДЗФ. Подача локомотиво-составу під вивантаження на вказані колії здійснюється вагонами вперед.

Гірничо-збагачувальний комбінат можна представити як систему транспортування сировини від пунктів навантаження до пункту

вивантаження, в якій процес її споживання є рівномірним (вивантаження руди на ДЗФ), а процес її поповнення – нерівномірним (навантаження руди на пунктах навантаження). При такому способі організації роботи комбінату для згладжування нерівномірності постачання сировини між пунктами навантаження та вивантаження використовується склад (буфер), роль якого здійснюють колії станції Кар’єрна-2.

Аналіз та оцінка наявної пропускної та провізної спроможності колійного розвитку залізничної інфраструктури ПГЗК з доставки руди з кар’єру на ДЗФ виконані з використанням методу графічного моделювання при встановлених вихідних даних:

- локомотиво-состав налічує 13 вагонів;
- тривалість вивантаження руди із вагонів составу становить 26 хв;
- тривалість навантаження руди у вагони составу становить 60 хв;
- протягом доби кожен состав повинен пройти технічне обслуговування тривалістю 40 хв;
- технічне обслуговування составів може здійснюватися на спеціально виділених коліях станцій Кар’єрна-2 та Відвальна;
- протягом доби на підприємстві організовано дві перерви між змінами, під час яких состави повинні знаходитись на коліях станцій, або на ДЗФ.

Основними елементами, що можуть обмежувати пропускну та провізну спроможність інфраструктури є

- вивантажувальна спроможність ДЗФ;
- навантажувальна спроможність пунктів навантаження;
- пропускна спроможність пунктів технічного обслуговування;
- пропускна спроможність перегонів.

Окрім того, в процесі функціонування залізничного транспорту комбінату виникають затримки в очікуванні обслуговування. Вказані затримки викликають додаткові простоя составів на коліях. У зв’язку з цим провізна спроможність залізничної інфраструктури може бути обмежена колійною ємністю станцій.

Добова пропускна спроможність кожного елемента інфраструктури в вагонах визначалось за формулою

$$N = 2 \left[\frac{720 - t_{\text{пер}}}{T_{\text{ц}}} \right] n_{\text{ц}}$$

- де 720 – тривалість робочої зміни, хв;
- 2 – кількість робочих змін;

$t_{\text{пер}}$ – тривалість перерв протягом зміни, хв;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу зайняття інфраструктури, хв;

$n_{\text{ц}}$ – кількість вагонів, що пропускається через елемент інфраструктури протягом циклу.

Нормування тривалості маневрових переміщень виконано з урахуванням геометричних параметрів колійного розвитку комбінату на основі вказівок [10].

В результаті побудови добового плану-графіка роботи залізничного транспорту комбінату отримано значення граничної пропускної спроможності залізничної інфраструктури, яке склало 100 составів на добу, що при 90 % рівні надійності відповідає 46,9 млн. тон сировини на рік.

Встановлено, що максимальна пропускна спроможність залізничної інфраструктури ПГЗК досягається при рівномірному надходженні составів з рудою під вивантаження на дробильну фабрику протягом зміни. Для забезпечення рівномірного надходження составів з залізною рудою під вивантаження в умовах випадкового їх надходження з пунктів навантаження, а також для забезпечення дотримання мінімальних інтервалів між моментами подачі та забирання вагонів до пунктів навантаження повинні бути створені черги із локомотиво-составів в очікуванні технологічних операцій. Середня тривалість простою составів у черзі в очікуванні технологічних операцій нелінійно зростає зі збільшенням завантаження дробильної фабрики і при повному її завантаженні становить в середньому 7,2 годин на состав за добу.

Таким чином, збільшення обсягів перевезення залізної руди до 64,0 млн. т. в сучасних умовах є неможливим через досягнення обмеження переробної спроможності дробильної фабрики.

З метою підвищення обсягів перевезення сировини у дослідженні розглянута можливість збільшення кількості вагонів у составах з 13 до 14. Встановлено, що дана пропозиція не призводить до суттєвої зміни в умовах експлуатації залізничної інфраструктури, так як станційні колії мають резерви довжини. Разом з тим для двох колій на станції Кар’єрна-2 необхідно змінити їх спеціалізацію.

Вивантажувальна спроможність ДЗФ в сучасних умовах обмежена вимогою щодо послідовного вивантаження составів у прийом. Зняття цього обмеження дозволяє збільшити провізну спроможність залізничної інфраструктури.

Для опанування розрахункових обсягів перевезення сировини составами з 14 вагонів при безвідмовній роботі технічних засобів залізничного транспорту пропускна спроможність залізничної інфраструктури повинна дозволяти виконувати перевезення 126 составів на добу, а з урахуванням надійності роботи технічних засобів залізничного транспорту на рівні 90 % – 140 составів на добу. Таке значення відповідає умові нерівномірного відвантаження руди різних видів (K_2^5 та K_2^2) із «західного» борту у обсязі 74 состава за добу (34 млн. т на рік) та зі «східного» борту – 66 составів за добу (30 млн. т. на рік).

В результаті графічного моделювання встановлено, що загальна пропускна спроможність комплексу ДЗФ становить 112 составів на добу (по 56 составів руди кожного виду). Таким чином, існуюча інфраструктура забезпечує пропуск 112 составів за добу (56 составів в один напрям) як при спеціалізації колій за напрямком руху, так і при спеціалізації колій за напрямками.

Наступним кроком підвищення пропускної спроможності залізничної інфраструктури, що забезпечує роботу ДЗФ, є скорочення інтервалу зміни составів на коліях вивантаження. Зменшення величини інтервалу може бути досягнуто або за рахунок скорочення тривалості виконання технологічних операцій, або за рахунок їх паралельного виконання. Зважаючи на велику величину ухилу ділянки між станцією Кар'єрна-2 та дробильно-фабрикою, відправлення завантажених поїздів до закінчення вивантаження на ДЗФ є небажаним через високу імовірність їх зупинки на підйомі. Враховуючи це, пропускна спроможність залізничної інфраструктури ДЗФ по кожній з колій може бути визначена як

$$N_{\text{дф}} = \left\lfloor \frac{720 - 35}{28 + 11 + t_{\text{мв}}} \right\rfloor$$

де 28 та 11 – тривалість вивантаження состава та тривалість його руху зі станції Кар'єрна-2 на ДЗФ відповідно, хв;

$t_{\text{мв}}$ – тривалість зайняття інфраструктури маршрутом відправлення, хв.

Залежність $N_{\text{дф}}$ від $t_{\text{мв}}$ наведена на рис. 3.

При потрібному значенні пропускної спроможності інфраструктури 140 составів на добу на коліях ДЗФ в середньому потрібно вивантажувати $140 / 4 = 35$ составів. Згідно з рис. 3 максимальна пропускна спроможність інфраструктури ДЗФ при паралельному виконанні операцій прийому завантаженого та відправлення порожнього поїзда становить 34 состави на колію.

Таким чином, пропускна спроможність залізничної інфраструктури ДЗФ може бути збільшена до 62,4 млн. т. на рік (по 31,2 млн. т. кожного з видів руди) за наступних умов

– норма часу на вивантаження одного вагона становить 2 хв;

– відправлення завантаженого состава зі станції Кар'єрна-2 на ДЗФ виконується після закінчення вантажних операцій на ДЗФ з попереднім составом;

– рівень надійності засобів залізничного транспорту становить 90 %.

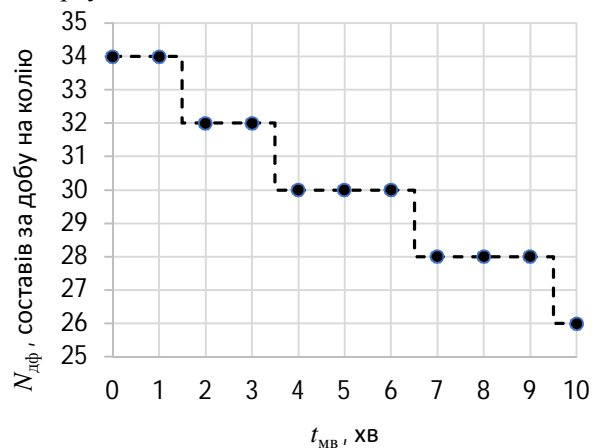


Рис. 3. Залежність кількості составів, що можуть бути вивантажені на одній колії ДЗФ від тривалості зайняття залізничної інфраструктури маршрутом відправлення

Для досягнення планового обсягу відвантаження руди необхідно забезпечити паралельність виконання операцій прибирання порожнього состава з ДЗФ та подачі на неї завантаженого состава. У цьому зв'язку запропоновано рішення, яке передбачає реконструкцію колійного розвитку та відповідну технологію подачі та прибирання составів з ДЗФ. Удосконалена схема передбачає спорудження додаткових колій 13Д та 14Д послідовно до колій 13 та 14 ДФ (рис. 4).

Впровадження запропонованого рішення дозволить збільшити пропускну спроможність до 136 составів за добу, що відповідає перевезенню 62,4 млн. т. сировини на рік. Для досягнення розрахункових обсягів перевезення (64,0 млн. т на рік) необхідно скорочувати тривалість вивантаження вагонів на ДЗФ з 28 хв до 26 хв або будувати допоміжну ДЗФ, але ці питання у дослідженні не розглядалися.

Пропускна спроможність пунктів навантаження залежить від тривалості операцій навантаження, а також операцій подачі составів під завантаження та забирання їх після завантаження.

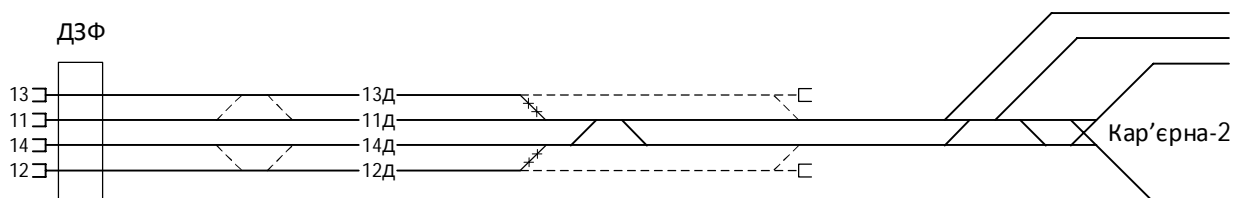


Рис. 4. Схема реконструкції колійного розвитку ДЗФ

Аналіз процесу функціонування пунктів навантаження виявив неможливість опанування перспективних обсягів перевезень руди виду K_2^5 (34,0 млн. т рік) через недостатність потужності залізничної інфраструктури, яка обслуговує пункти навантаження, що примикають до поста Західний. Пропускна спроможність залізничної інфраструктури цих пунктів обмежується довжиною одноколієних ділянок і становить 64 состава за добу.

З метою збільшення пропускної спроможності доцільним є будівництво додаткового роз'їзду для схрещення поїздів в напрямку колій 163т та 157т (рис. 5). При цьому може бути досягнута пропускна спроможність залізничної інфраструктури 70 составів на добу, що відповідає 35,7 млн. т. на рік в умовах безвідмовної роботи технічних засобів або 32,1 млн. т на рік за умови надійності роботи технічних засобів на рівні 90 %. Для подальшого збільшення відвантажувальної спроможності доцільно відкриття додаткового пункту навантаження.

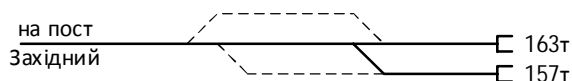


Рис. 5. Схема колійного розвитку роз'їзду для зміни составів на коліях 163т та 157т

З урахуванням запропонованих заходів виконано графічне моделювання роботи залізничного транспорту ПГЗК встановлено, що для перевезення сировини необхідно використання 21 локомотиво-составу. Добовий обсяг перевезення руди на один локомотиво-состав дорівнює 7560 т, а непродуктивні втрати часу становлять 72 хв на состав за добу.

Висновки

Отримані результати виконаного дослідження дозволяють зробити наступні висновки.

1) Гірничо-збагачувальний комбінат представлено як систему транспортування сировини від пунктів навантаження до пункту вивантаження, в якій процес її споживання є рівномірним, а процес її поповнення – нерівномірним. Для згладжування нерівномірності постачання

сировини між пунктами навантаження та вивантаження використовується колійна ємність станції Кар'єрна-1.

2) Елементом, що обмежує пропускну спроможність системи в цілому, є ДЗФ. Для збільшення її переробної спроможності пропонується будівництво додаткових колій та відповідна технологія обміну составів на ній.

3) З метою посилення пропускної спроможності колійного розвитку пунктів навантаження пропонується будівництво роз'їзду між вантажними фронтами та постом Західний.

4) Розроблені рекомендації щодо удосконалення конструкції колійного розвитку та технології роботи залізничного транспорту гірничо-збагачувального комбінату дозволяють здійснити перевезення сировини у обсязі 61,2 млн. т на рік.

5) Для досягнення розрахункових обсягів перевезення сировини на рівні 64,0 млн. т на рік необхідно впровадження інших, більш радикальних заходів, що вимагатимуть значних капітальних вкладень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мілецька, І. М. Дослідження показників вантажної роботи на місцях незагального користування в умовах підприємства Д [Текст] / І. М. Мілецька // 36. наук. праць. УкрДАЗТ, – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 118. – С. 220-225.
2. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] // Режим доступу – <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. Кулицький, С. Проблеми розвитку українського гірничо-металургійного комплексу на сучасному етапі [Електронний ресурс] / С. Кулицький // Україна: події, факти, коментарі. – 2015. – № 15. – С. 41–62. – Режим доступу: <http://nbuviap.gov.ua/images/ukraine/2015/ukr15.pdf>
4. Полтавський ГОК готує проект збільшення виробництва до 24 млн. т. [Електронний ресурс] // Режим доступу – <https://gmk.center/news/poltavskij-gok-gotovit-proekt-uvelicheniya-proizvodstva-do-24-mln-t/>
5. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України [Текст], затверджена наказом Укрзалізниці від 14 березня 2001 р. № 143/Ц (ЦД-0036).
6. Березовый, Н. И. Теоретические основы

определения пропускной способности однопутных участков [Текст] / Н. И. Березовый, А. М. Шепета, В. В. Малашкин // Транспортні системи та технології перевезень. – 2014. – №8. – С. 13-19. – DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2014/38078>

7. Козаченко, Д. Н. Комплексный анализ железнодорожной инфраструктуры металлургического комбината на основе графоаналитического моделирования [Текст] / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Транспортні системи та технології перевезень. – 2012. – №4. – С. 55-60. – DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2012/17128>

8. Березовый, М. И. Оцінка пропускної спроможності промислової сортувальної станції з

використанням її ергатичної моделі [Текст] / М. И. Березовый, В. В. Малашкин, Р. Г. Коробьова // Транспортні системи та технології перевезень. – 2012. – №4. – С. 9-12. – DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2012/17119>

9. Österreichische Bundesbahnen (ÖBB), UIC – Capacity Leaflet 3 – Capacity calculations – Final draft ÖBB, 2004.

10. Методичні вказівки по нормуванню маневрової роботи [Текст] // Затв. нак. №0-72/ЦЗ – Київ – 2003 р.

Надійшла до редколегії 15.11.2020.

Прийнята до друку 30.11.2020.

Д. Н. КОЗАЧЕНКО, В. В. МАЛАШКИН, Н. И. БЕРЕЗОВЫЙ, Е. Л. ИСКРА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ И ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА В УСЛОВИЯХ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗКИ СЫРЬЯ

Цель. В современных условиях проблема повышения эффективности работы железнодорожного транспорта промышленных предприятий является весьма актуальной, и, в первую очередь, это относится к предприятиям металлургической и горнодобывающей отрасли, которые являются крупнейшими получателями и отправителями грузов железными дорогами Украины. В этой связи целью исследования является разработка мероприятий по повышению пропускной и провозной способности железнодорожной инфраструктуры предприятия горнодобывающей отрасли в условиях увеличения объемов перевозки сырья. **Методы.** Анализ технического оснащения и технологии работы железнодорожного транспорта крупного горно-обогатительного комбината Украины выполнен с использованием методов графоаналитического моделирования. **Результаты.** Путь развития горно-обогатительного комбината обеспечивает доставку железной руды из карьера к дробильно-обогатительной фабрике. Комбинат представлен как система транспортирования сырья от пунктов погрузки до пункта выгрузки, в которой процесс её потребления является равномерным (выгрузки руды на путях дробильной фабрики), а процесс её пополнения – неравномерным (погрузка руды на пунктах погрузки). Сглаживание неравномерности поставок сырья между пунктами погрузки и выгрузки обеспечивает путевая ёмкость станции, примыкающей к дробильной фабрике. Пропускная способность существующей железнодорожной инфраструктуры комбината не обеспечивает овладение расчётными объёмами перевозки сырья. Анализ результатов графического моделирования работы горно-обогатительного комбината показал, что ограничивающими элементами являются перерабатывающая способность дробильной фабрики и длинные перегоны между пунктами погрузки и станцией примыкания. Предложены организационно-технические решения для увеличения пропускной способности железнодорожной инфраструктуры горно-обогатительного комбината. **Практическая значимость.** Полученные результаты могут быть использованы при внедрении рекомендаций, направленных на повышение эффективности функционирования железнодорожного транспорта горно-обогатительного комбината в условиях увеличения объемов перевозки сырья.

Ключевые слова: горно-обогатительный комбинат; железнодорожная инфраструктура; пропускная способность; провозная способность; графоаналитический метод

D. KOZACHENKO, V. MALASHKIN, M. BEREZOVYI, O. ISKRA

STUDY OF THE PASSAGE AND TRANSPORTATION CAPACITY OF THE RAILWAY INFRASTRUCTURE OF THE MINING AND PROCESSING PLANT UNDER THE CONDITIONS OF INCREASING THE VOLUMES OF TRANSPORTATION OF RAW MATERIALS

Purpose. In modern conditions, the problem of increasing the efficiency of the railway transport of industrial enterprises is very urgent, and, first of all, this applies to enterprises of the metallurgical and mining industry, which are the largest recipients and consignors of goods by the railways of Ukraine. In this regard, the purpose of the study is to develop measures to increase the throughput and carrying capacity of the railway infrastructure of a mining enterprise in the context of an increase in the transportation of raw materials. **Methods.** The analysis of the technical

equipment and technology of the railway transport of a large mining and processing plant in Ukraine was carried out using the methods of graphical analytical modeling. **Results.** The track development of the mining and processing plant ensures the delivery of iron ore from the quarry to the crushing and processing plant. The plant is presented as a system for transporting raw materials from loading points to unloading points, in which the process of its consumption is uniform (unloading ore on the tracks of a crushing plant), and the process of its replenishment is uneven (loading ore at loading points). Smoothing the uneven supply of raw materials between the points of loading and unloading provides the track capacity of the station adjacent to the crushing plant. The carrying capacity of the existing railway infrastructure of the plant does not ensure the mastery of the estimated volumes of transportation of raw materials. Analysis of the results of graphical modeling of the mining and processing plant showed that the limiting elements are the processing capacity of the crushing plant and long distances between the loading points and the abutment station. Organizational and technical solutions are proposed to increase the throughput of the railway infrastructure of the mining and processing plant. **Practical significance.** The results obtained can be used in the implementation of recommendations aimed at increasing the efficiency of the functioning of the railway transport of the mining and processing plant in conditions of an increase in the volume of transportation of raw materials.

Key words: mining and processing plant; railway infrastructure; throughput capacity; carrying capacity; graphic-analytical method

Наукове видання

З Б І Р Н И К

**наукових праць
Дніпровського національного університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

«ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ»

Випуск 20

(українською, російською та англійською мовами)

*Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 17328-6098Р від 14.10.2010 р. видане Міністерством юстиції України*

*Відповідальний за випуск М. І. Березовий
Комп'ютерне верстання В. В. Малашкін*

Статті в збірнику друкуються в авторській редакції

Формат 60x84¹/₈. Ум. друк. арк. 5,58. Тираж 100 пр. Зам. № _____

Віддруковано у видавництві Дніпровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.
вул. Лазаряна, 2, кім. 1201, м. Дніпро, 49010, Україна

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1315 від 31.03.2003.

Адреса редакції та видавця:
вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010, Україна
Тел.: +38 (056) 793-19-13, e-mail: n.berezovy@gmail.com
<http://tsst.diit.edu.ua>