

УДК 656.225

С. В. МЯМЛИН<sup>1\*</sup>, Р. Г. КОРОБЬЕВА<sup>2\*</sup>, В. В. МАЛАШКИН<sup>3\*</sup>, Д. А. БЕСАРАБ<sup>4\*</sup>

<sup>1\*</sup> Каф. «Вагоны и вагонное хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, г. Днепро, Украина, 49010, тел. +38 (056) 776 84 98, эл. почта sergeymyamin@gmail.com, ORCID 0000-0002-7383-9304

<sup>2\*</sup> Каф. «Управление эксплуатационной работой», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, г. Днепро, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 70, эл. почта rgkorobyova@rambler.ru, ORCID 0000-0002-6424-1079

<sup>3\*</sup> Каф. «Станции и узлы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, г. Днепро, Украина, 49010, тел. +38 (056) 371-51-03, эл. почта malaxa79@gmail.com, ORCID 0000-0002-5650-1571

<sup>4\*</sup> Каф. «Вагоны и вагонное хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, г. Днепро, Украина, 49010, тел. +38067-106-41-32, эл. почта besarab.mtzt@gmail.com, ORCID 0000-0001-6372-3482

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗЕРНОВОЙ ЛОГИСТИКИ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ БИМОДАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Цель.** Целью исследования является оценка эффективности бимодальных перевозок зерновых грузов в контейнерах по сравнению с другими способами их доставки в морские порты. **Методика.** Исследование процесса перевозки зерна железнодорожным транспортом для перевалки на экспорт через морские порты выполнено с использованием методов математической статистики и теории организации эксплуатационной работы железных дорог. Оценка вариантов организации перевозок выполнялась с использованием методов экономико-математического моделирования. **Результаты.** Выполнены теоретические исследования существующей структуры парка вагонов-зерновозов, проведены исследования особенностей функционирования припортовых железнодорожных станций при организации перевозок зерна по кольцевым маршрутам, а также выполнена оценка возможности повышения конкурентоспособности бимодальных перевозок зерна в контейнерах на короткие расстояния. **Научная новизна.** Научная новизна работы состоит в том, что в ней получены зависимости стоимости доставки зерновых грузов в морские порты отправительскими маршрутами от расстояния с учетом конструктивных особенностей подвижного состава и специфики функционирования припортовых станций по его переработке. **Практическая значимость.** Практическая значимость работы заключается в том, что внедрение ее результатов позволит сократить логистические расходы по доставке зерна в порты для перевалки на морской транспорт и повысить экономическую эффективность осуществления перевозки зерновых.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, перевозка зерна, бимодальные технологии, отправительская маршрутизация, припортовая станция.

### Введение

Зерно является одним из основных товаров, экспортируемых Украиной на международный рынок. При этом конкурентоспособность украинского зерна на внешних рынках зависит не только от качества работы агропромышленного комплекса страны, но и от возможности ее транспортной системы обеспечить вывоз зерна в порты для перевалки на морской транспорт с наименьшими затратами. В этой связи внедрение новых технологий перевозки зерна, направленных на снижение логистических затрат является весьма актуальной научно-прикладной проблемой для экономики Украины.

### Анализ проблематики

Наращивание производства зерна для реали-

зации его на международных рынках рассматривается как одна из точек роста экономики Украины. Для достижения этой цели был направлен ряд государственных и отраслевых программ развития сельского хозяйства в Украине [1, 2]. В результате доля зерна в товарном экспорте Украины возросла с 1,6 % в 2007 году до 16,7 % в 2016 году. Динамика изменения доли зерновых культур в товарном экспорте Украины, полученная на основании обработки данных [3], представлена на рис. 1.

Основная часть зерновых грузов вывозится из Украины морскими судами, на которые приходится более 90 % экспорта. При этом доставка зерна в морские порты осуществляется по железным дорогам (61 %), автомобильным транспортом (36 %) и речным транспортом (3 %) [4]. Одним из существенных преимуществ

перевозки зерновых железнодорожным транспортом для Украины является то, что около 90 % железнодорожных перевозок выполняется с помощью электрической тяги с использованием электроэнергии, генерируемой отечественными электростанциями. В то время для автомобильных перевозок используются нефтепродукты, более 80 % которых импортируется.

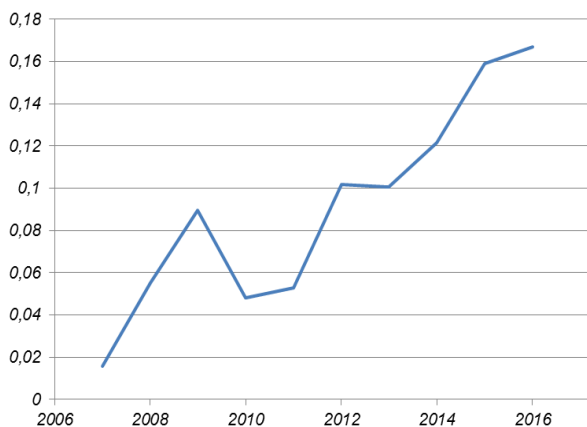


Рис. 1. Динамика изменения доли зерновых культур в товарном экспорте Украины

Дополнительным преимуществом железнодорожного транспорта по сравнению с автомобильным является то, что содержание железнодорожной инфраструктуры в Украине осуществляется за счет тарифов на перевозки, в то время как автомобильные дороги содержатся за счет государственного и местных бюджетов. При этом именно движение нагруженных сверх допустимой нормы автомобилей-зерновозов указывается как причина преждевременного выхода со строя дорожного покрытия автодорог в южных областях Украины, где концентрируются грузопотоки в морские порты.

Проблемами, с которыми в настоящее время сталкивается транспортная система Украины, являются критический износ парка грузовых вагонов и недостаточная пропускная способность припортовых железнодорожных станций. Структура парка вагонов зерновозов Украины по возрасту представлена на рис. 2.

Учитывая, что нормативный срок эксплуатации вагонов-хопперов для перевозки зерна составляет 30 лет, то 68 % вагонов в настоящее время уже работает с продленным сроком эксплуатации, а для 31 % вагонов срок эксплуатации истечет в течение ближайших 5-ти лет. Использование физически изношенного и морально устаревшего подвижного состава приводит к повышению эксплуатационных расходов и возрастанию рисков возникновения транспортных происшествий.

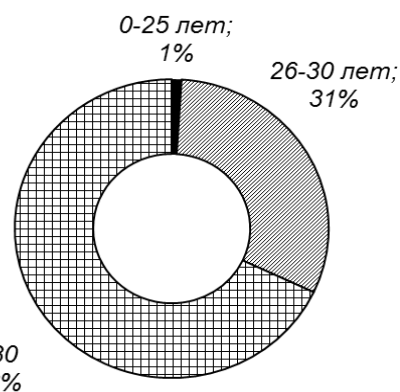


Рис. 2. Структура парка вагонов зерновозов Украины по возрасту

Не менее острая проблема, касающаяся экспорта зерновых грузов, связана также с недостаточным развитием припортовой железнодорожной инфраструктуры.

Преимущественно припортовые железнодорожные станции на территории Украины были построены во времена СССР для обеспечения импорта. Однако после обретения Украиной независимости в структуре экономики страны произошли значительные изменения. В настоящее время внешнеэкономическая деятельность преимущественно связана с экспортом сырья, который осуществляется через морские порты. Достаточно острая ситуация с работой припортовых станций сложилась уже к концу 2000-х годов [5], которая обострилась в настоящее время из-за критического износа инфраструктуры и подвижного состава железных дорог. Дополнительные проблемы связаны с изменениями структуры грузопотоков, произошедшими после 2014 года. В условиях роста объемов перевалки зерновых припортовые станции вынуждены перерабатывать дополнительные вагонопотоки, связанные с перевозкой импортного угля, а также экспортом избытка железорудного сырья, образовавшегося после уменьшения объемов производства металла предприятиями Донецкой и Луганской области [6]. В этой связи наращивание объемов экспорта зерна требует инвестиций в развитие припортовой железнодорожной инфраструктуры.

Указанные проблемы приводят к возникновению противоречивой ситуации, когда, с одной стороны, дефицит подвижного состава и пропускных способностей инфраструктуры железных дорог ограничивает возможности экспорта зерна, а с другой массовое обновление парка грузовых вагонов-зерновозов и строительство инфраструктуры вызовет увеличение стоимости железнодорожных перевозок и их

вытеснение автомобильным транспортом с расстояний от 200-230 км до 300-350 км. В этой связи для освоения перевозок зерна железнодорожным транспортом на короткие расстояния необходимо использование инновационных технологий перевозок вместе с обеспечивающим их инновационным подвижным составом.

Основным способом повышения эффективности перевозок зерновых грузов в Украине является техническая маршрутизация перевозок [7]. При реализации данной технологии железная дорога формирует на одной из сортировочных станций, обслуживающих морской порт, маршрут порожних вагонов-зерновозов и доставляет его на техническую станцию, расположенную в районе погрузки, с которой сборными и участковыми поездами вагоны доставляются на промежуточные станции участка. После погрузки вагоны собираются теми же поездами на техническую станцию в технический маршрут, который следует для выгрузки в порт без переработки по пути следования. Преимуществом данной технологии является близкое расположение железнодорожных станций к фермерским хозяйствам, что позволяет минимизировать пробеги автомобилей по поставке зерна на элеваторы для перегрузки на железнодорожный транспорт, а также снизить расходы железных дорог на сортировку вагонов в пути следования. Недостатками является необходимость содержания сети небольших элеваторов, сложность организации контроля качества зерна на них, необходимость использования маневровых тепловозов для обслуживания промежуточных станций, а также значительные простои вагонов на технических станциях под накопление, то есть в ожидании концентрации полноценного маршрута. Подобная технология является приемлемой при наличии значительного числа относительно дешевых вагонов-зерновозов старотипных конструкций, хоть и находящихся в неудовлетворительном техническом состоянии, но она не может обеспечить допустимые сроки окупаемости новых вагонов. Технология, близкая к описанной, широко применялась на железных дорогах Северной Америки в США и Канаде [8]. Однако, начиная с 80-х годов 20-го века, в данных странах были предприняты меры по совершенствованию технологий перевозок, а именно, укрупнению партий перевозимого зерна, путем увеличения погрузочной мощности элеваторов и перехода на технологии unit train [9]. Новым этапом развития перевозок зерновых грузов в США стало внедрение технологии shuttle train, которая была впервые представлена в 1990 году на желез-

ной дороге Burlington Northern Railroad (BNSF после 1996 г.) [10]. Эта технология предполагает использование специального тарифа, более низкого, чем при перевозках зерна групповыми отправлениями, на 46-52 %. В то же самое время грузоотправитель должен быть способен погрузить поезд из 75-120 вагонов в течение ограниченного времени (до 15 часов) [11]. При этом поезда движутся между пунктами погрузки и выгрузки по жесткому расписанию в соответствии с контрактом на 6-9 месяцев без переформирования состава и отцепки локомотивов на станциях погрузки [12]. Маршрутизация перевозок зерновых грузов на основании создания сети опорных элеваторов рассматривается также как перспективный метод снижения логистических затрат на транспортировку зерна и другими авторами [13].

Однако необходимо отметить и существенные отличия между условиями работы железных дорог Украины с одной стороны и США, Канады с другой. Это, прежде всего, связано с географическими размерами государств, которые превышают размеры Украины, соответственно в 16,3 и 16,5 раз. Недостатками технологии shuttle train по сравнению с традиционной технологией железнодорожных перевозок зерна является увеличение расстояния подвоза зерна к элеваторам и более длительное время хранения зерна на элеваторах [14]. В условиях, когда среднее расстояние перевозки зерна в порты в Украине составляет 564 км [7], а значительные объемы производства зерна сосредоточены в непосредственной близости к морскому побережью (см. рис. 3), то из-за увеличения пробега автомобилей от фермерских хозяйств до элеваторов, для части отправителей более эффективными будут прямые перевозки зерна автотранспортом в порты.

Одним из развивающихся методов перевозки зерновых в США является их перевозка в контейнерах [15].

К основным преимуществам перевозки зерна в контейнерах относятся [16]:

- возможность отправки небольших партий груза непосредственно производителями;
- возможность работы с прямыми покупателями и мелкими зернотрейдерами;
- возможность экспорта немассовых зерновых культур (просо, рапс, горох, горчица и др.);
- более высокая стоимость зерна в случае отправки одного роста;
- более низкая стоимость перевозки морским транспортом при доставке на большие расстояния.

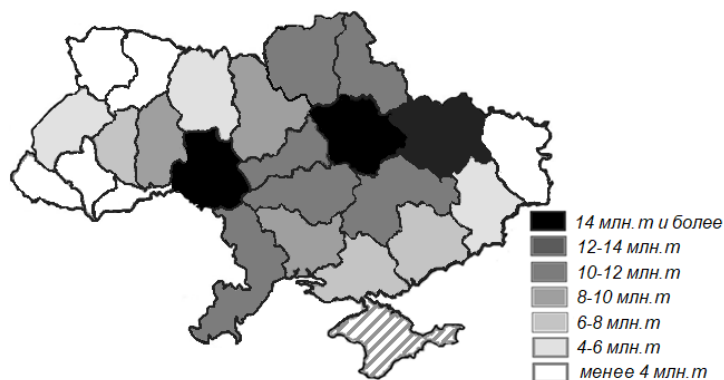


Рис. 3. Распределение производства зерна по областям Украины

В [17] указывается также еще одно важное преимущество доставки зерна в контейнерах. Зерновые являются сезонными грузами, и объемы их перевозок существенно колеблются в течение года. В связи с этим, при использовании специализированных вагонов и автомобилей зерновозов, возникает проблема создания резервов подвижного состава для погашения пиковых нагрузок на транспортную систему. Контейнеризация связана с использованием универсального подвижного состава, который, в период падения объемов перевозок может использоваться для других целей.

С целью сокращения затрат на погрузочно-разгрузочные работы при перевозке контейнеров в США активно развиваются бимодальные технологии, которые показывают свою конкурентоспособность на расстояниях 200-500 км, а их использование позволяет уменьшить себестоимость перевозок на 10-15 %.

### Цель исследования

Целью исследования является технико-экономическая оценка эффективности бимодальных технологий перевозок зерновых грузов в контейнерах по сравнению с другими способами их доставки в морские порты.

### Методика

Исследование процесса перевозки зерна железнодорожным транспортом для перевалки на экспорт через морские порты выполнено с использованием методов математической статистики и теории организации эксплуатационной работы железных дорог. Оценка вариантов организации перевозок выполнялась с использованием методов экономико-математического моделирования.

В настоящее время основная часть перевозок зерновых грузов в Украине осуществляется

железнодорожным транспортом в вагонах хоппер-зерновозов. Распределение парка зерновозов по собственникам приведено в табл. 1. Как видим из приведенных данных, количество отечественных собственников специализированного подвижного состава для перевозки зерна достаточно велико, хотя и не покрывает полную потребность в данном виде перевозок.

Характерными условиями работы парка зерновозов является значительный оборот вагонов, составляющий от 8 до 12 суток, большая неравномерность загрузки (востребованности) в течение года и государственное регулирование стоимости услуг по предоставлению вагонов-зерновозов ПАО Укрзалізниця, на долю которой приходится более 73 % их парка.

Тарифы на услуги вагонов ПАО Укрзалізниця ограничены государством и составляют порядка 13 % от платы за перевозку, чего недостаточно для массового обновления парка подвижного состава. В то же время, хотя независимые операторы подвижного состава и имеют возможность привлечения инвестиций для закупки подвижного состава, однако они обладают незначительными парками вагонов, которые позволяют выполнять перевозки преимущественно повагонными отправлениями. Более того, в условиях, когда новые вагоны независимых операторов эксплуатируются совместно с вагонами ПАО Укрзалізниця, они являются менее конкурентоспособными, так как при сходных показателях производительности стоимость их эксплуатации должна включать расходы на закупку новых вагонов. В этой связи, получение преимуществ от использования нового и обладающего улучшенными эксплуатационными характеристиками подвижного состава возможно только при его отдельной эксплуатации с устаревшими вагонами за счет использования технологий кольцевой маршрутизации перевозок.

Таблица 1

**Распределение вагонов зерновозов между  
собственниками**

Собственник	Количество
Одесская железная дорога (Укрзализныця)	10703
Стрыйский ВРЗ (Укрзализныця)	945
ООО «РТК-УКРАИНА»	1608
ООО «МТК»	650
ЧАО «УКРТРАНСЛИЗИНГ»	341
ООО «КАРГИС»	300
ООО «ТД «Западный»	297
ООО «ПРОМВАГОНТРАНС»	200
ООО «ИСТЕЙТГЛОБАЛ»	200
ПАО «КВСЗ»	100
ООО «АП МАРИН»	100
ООО «Ф.М.С. групп»	78
ООО «ТЭП ТРАНСКО»	71
ООО «АТ КАРГИЛЛ»	58
ЧАО «ТРАНСФОРВАРДИНГ ЛИМИТЕД АГ»	52
ООО «Укррос-Транс»	51
ООО «СИДРЕЙЛ»	26
ООО «ТД «АЛИАНС-МЕДИА»	25
ООО «ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ»	20
ООО «ОЛСТАС-лен»	10
ООО «АЗОВЕВРОТРАНС»	10
ООО «ФИМ-ТРАНС»	10
ООО «ОМЗ «КАРПАТЫ»	6
АО «ТАСКОМБАНК»	5
ЧП «ИНСТАЛЛ»	5
ООО «РЕЙЛ ИНВЕСТМЕНТС»	5
ООО «ТУ ДЖЕСТ 2014»	5
ООО «ЕУ-ТРАНС»	2

В условиях, когда маршрут состоит из новых и технически исправных вагонов, которые перемещаются между станциями погрузки и выгрузки без обслуживания на промежуточных технических станциях, расстояние, преодолеваемое ими в течение суток, может составлять 700-900 км. Это дает возможность уменьшить время нахождения вагона в движении до 2-3 суток на оборот.

Однако маршрутизация перевозок приводит к увеличению расходов, связанных с выполнением начальных и конечных операций.

При кольцевой маршрутизации перевозок необходимо, чтобы порожний состав вагонов был сформирован из тех же вагонов, которые прибыли под выгрузку. Оценка продолжительности времени накопления состава порожнего кольцевого маршрута выполнена на основании анализа технологии обслуживания вагонов зерновозов, прибывающих на припортовую станцию Химическая в адрес терминалов ООО «Трансинвестсервис», располагающихся в Морском торговом порту «Южный».

Укрупненный график обслуживания вагонов, которые перевозят зерно, на припортовой станции с указанием среднего времени нахождения вагонов в различных фазах обслуживания представлен на рис. 4. В табл. 2 представлен анализ влияния кольцевой маршрутизации перевозок на работу припортовых станций.



Рис.4. Укрупненный график обслуживания вагонов, которые перевозят зерно, на припортовой станции



Влияние маршрутизации перевозки на работу припортовых станций

Операция	Степень влияния	Пояснение
Прием поезда	Не влияет	Нет изменения технологии
Операции по прибытию	Не влияет	Нет изменения технологии
Перестановка на пути выполнения грузовых операций	Не влияет	Нет изменения технологии
Грузовые операции	Не влияет	Нет изменения технологии
Перестановка на путь накопления	Несущественное влияние	В процессе уборки вагонов с пунктов грузовой работы изменяется путь назначения вагонов. В условиях скользящей специализации путей в приемо-отправочном парке влияние на расходы по перестановке вагонов на путь накопления будет несущественным
Накопление вагонов на состав	Существенно влияет	Формирование маршрута из вагонов одного собственника требует выделения отдельного назначения плана формирования
	Несущественное влияние	Число вагонов в отправляемых поездах на сортировочную ближайшую станцию может оперативно изменяться, в то время как число вагонов в отправляемых поездах по заказу отдельных собственников должно соответствовать требованиям плана формирования поездов.
Окончание формирования	Не влияет	Нет изменения технологии
Операции по отправлению	Не влияет	Нет изменения технологии
Ожидание отправления	Несущественное влияние	Маршрутизация перевозок приводит к перераспределению поездных локомотивов между отправляющимися поездами. В условиях наличия постоянной очереди поездов на отправление указанное перераспределение не оказывает существенного влияния на работу станции

Накопление состава порожнего маршрута от момента поступления на путь формирования первой группы вагонов до момента поступления последней группы представляет собой случайный процесс, подверженный влиянию значительного числа факторов. В этой связи продолжительность накопления маршрута из порожних вагонов представляет собой случайную величину, гистограмма и функция распределения которой представлена на рис. 5.

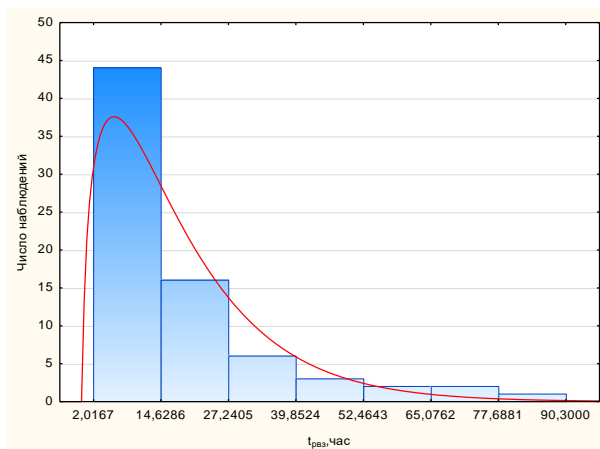


Рис. 5. Распределение интервала времени накопления порожнего кольцевого маршрута

Средняя продолжительность накопления состава порожнего маршрута составляет 18 часов, однако в отдельных случаях имеют место значительные задержки вагонов, достигающие 3,7 суток. Причины длительных задержек, как правило, связаны с коммерческими неисправностями и нарушением требований к зерну по качеству. Наличие указанных задержек вызывает длительные простои остальных вагонов кольцевого маршрута и ухудшению показателей использования как подвижного состава, так и инфраструктуры припортовых станций.

Особенно острой данная проблема является при перевозках зерна на короткие расстояния, когда доля расходов, связанных с работой начальных и конечных станций в общих логистических расходах возрастает и повышается уровень конкурентоспособности со стороны автомобильного транспорта.

### Результаты

Решением проблемы кольцевой маршрутизации перевозки зерновых грузов на короткие расстояния может быть использование бимодальной технологии перевозки зерна в контейнерах [18, 19].

Бимодальное транспортное средство представляет собой комбинацию дорожного шинно-пневматического автоприцепа с парой железнодорожных тележек, оборудованных устройством присоединения такого бимодуля к системе сцепки и торможения поезда [18].

Терминал для формирования маршрутов представляет собой площадку с твердым покрытием и уложенными в одном уровне с ним рельсами. Единственным необходимым техническим оснащением для такого терминала является автопогрузчик, который осуществляет установку тележек на рельсы и их уборку. Капитальные вложения в сооружение элеватора составляют порядка 10 % от стоимости сооружения контейнерного терминала. Формирование и расформирование поездов выполняется автотягачами, которые осуществляют доставку и вывоз платформ. Иллюстрация процесса формирования состава поезда из платформ конструкции RailRunner (США) представлена на рис. 6.



Рис. 6. Формирование поезда из платформ RailRunner

Преимуществом бимодальной технологии по сравнению с перевозками зерна отправительскими маршрутами является снижение расходов, связанных с выполнением начальных и конечных операций железнодорожной перевозки.

Во-первых, использование бимодальной технологии при маршрутизации перевозок зерновых грузов позволяет отказаться от создания сети элеваторов, обеспечивающих массовую погрузку вагонов.

Во-вторых, использование бимодальной технологии позволяет разделить простои в порту контейнеров с зерном, тележек, а также платформ по типу RailRunner, что предоставляет возможность организации движения тележек и платформ маршрутными поездами по расписанию.

С использованием методики, приведенной в [19] выполнено сравнение вариантов организа-

ции перевозки зерна в порты автомобильным транспортом, маршрутными поездами из новых вагонов хоппер-зерновозов, а также в контейнерах с использованием технологии по типу RailRunner. При этом принято, что при использовании бимодальной технологии контейнеры доставляются в порт, где зерно из них выгружается в балкеры, и возвращаются назад порожними для последующей загрузки зерна.

Зависимости стоимости доставки 1 т зерна в порт от расстояния перевозки представлены на рис. 7.

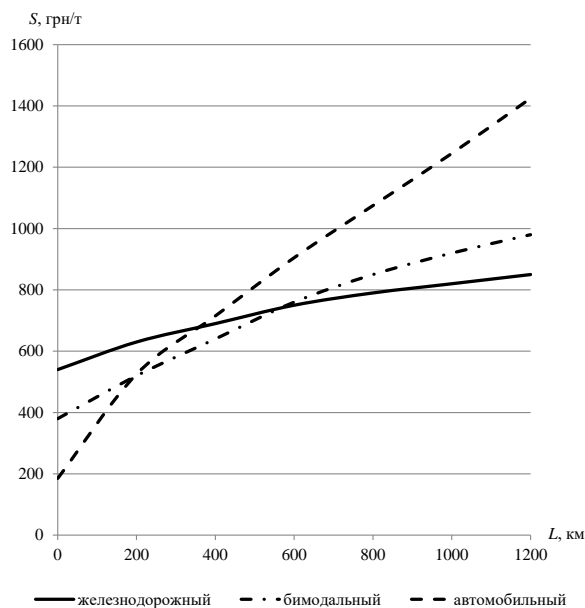


Рис. 7. Стоимость перевозки 1 тонны зерна разными видами транспорта

Анализ полученных зависимостей показывает, что бимодальные технологии перевозок могут быть конкурентоспособными на расстояниях от 200 до 550 км.

### Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна работы состоит в том, что в ней получены сравнительные технико-экономические показатели в виде зависимости стоимости доставки зерновых грузов в морские порты отправительскими маршрутами от расстояния с учетом подвижного состава и особенностей работы припортовых станций по его переработке.

Практическая значимость работы заключается в том, что внедрение ее результатов позволяет сократить логистические расходы по доставке зерна в порты для перевалки на морской транспорт.

## Выводы

Выполненные теоретические исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Железнодорожный транспорт является основным перевозчиком экспортных зерновых грузов в порты для дальнейшей перегрузки на морской транспорт. Значительные инвестиции, необходимые для обновления парка подвижного состава и развития припортовой инфраструктуры, вызовут обострение конкуренции между автомобильным и железнодорожным транспортом при перевозках на короткие расстояния.

2. Для эффективного использования преимуществ нового подвижного состава его эксплуатацию целесообразно выполнять в составе кольцевых маршрутов, отделяя от совместной работы с вагонами, исчерпавшими установленный срок эксплуатации.

3. Перевозка зерновых грузов в контейнерах с использованием бимодальных технологий позволяет разделить оборот контейнеров с одной стороны и платформ с тележками с другой и за счет этого организовать перевозки кольцевыми маршрутами без значительных простоев составов при возникновении задержек выгрузки отдельных вагонов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. «Про затвердження Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року» від 19 вересня 2007 р. № 1158.

2. Програма «Зерно України – 2015» [Текст]. – Київ: ДІА, 2011. – 48 с.

3. Официальный сайт. Государственная служба статистики Украины. Транспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).

4. Kozachenko, D. Creation of Export-Oriented Network of Grain Elevators in Ukraine / D. Kozachenko, R. Vernigora, R. Rustamov // Наука та прогрес транспорту. – 2017. – № 2 (68). – С. 56-70. – DOI : 10.15802/stp2017/99952.

5. Левицкий, И. Е. Совершенствование переработки местных вагонопотоков в железнодорожных узлах / И. Е. Левицкий, Р. Г. Коробьева // Наука и прогресс транспорта. – 2008. – № 23. – С. 104-107. – DOI : 10.15802/stp2008/15003.

6. Быстрицкая, О. «Бутылочные горлышки»: Справятся ли припортовые ж/д станции с грузоперевозками в пиковый период [Электронный ресурс] – [http://cfts.org.ua/articles/butylochnye\\_gorlyshki\\_spravy\\_atsya\\_li\\_priportovye\\_zh\\_d\\_stantsii\\_s\\_gruzoperevozkami\\_v\\_pikovyyu\\_period\\_1242](http://cfts.org.ua/articles/butylochnye_gorlyshki_spravy_atsya_li_priportovye_zh_d_stantsii_s_gruzoperevozkami_v_pikovyyu_period_1242).

7. Козаченко, Д. М. Удосконалення технічного забезпечення та технологій експортних перевезень зернових вантажів в Україні / Д. М. Козаченко, Р. Г. Коробйова, Р. Ш. Рустамов // Вісник Дніпропетр. держ. аграрно-економ. ун-ту. – 2015. – № 4. –

С. 121-127.

8. Hemmes, M. Rail Services and Infrastructure. Proceedings of the conference The Agricultural Industry after Western Grain Transportation Reform: The Good, the Bad and the Unexpected. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.quorumcorp.net/Downloads/Papers/MHemmesPresentation-UofMWGTRConf-Oct%2024-2003.pdf>

9. Schnake, L. D. Inland grain elevator operating costs and capital requirements / L. D. Schnake, C. Jr. Stevens // Bulletin: Kansas Agricultural Experiment Station. – 1983. № 644. – P. 30

10. Ndembe, E. Hard Red Spring Wheat Marketing: Effects of Increased Shuttle Train Movements on Railroad Pricing in the Northern Plains / E. Ndembe // Journal of the Transportation Research Forum. – 2015. – Vol. 54, № 2. – P. 101-115.

11. Sarmiento, C., & Wilson, W. W. (2005). Spatial Modeling in Technology Adoption Decisions: The Case of Shuttle Train Elevators. American Journal of Agricultural Economics, 87(4), 1034-1045. – DOI : 10.1111/J.1467-8276.2005.00786.X.

12. Sparger, A., & Prater M. E. (2013). A comprehensive rail rate index for grain. U.S. Department of Agriculture. doi: 10.9752/TS060.04-2013.

13. Дэльз, С. В. Логистические подходы к оценке эффективности логистических схем доставки экспортного зерна / С. В. Дэльз // Логистика. – Москва : Из-во: Агентство Маркет Гайд, 2011. – № 8(61). – С. 44-46.

14. Hyland, M. F., Mahmassani, H. S. and Mjahed, L. B., 2016. Analytical models of rail transportation service in the grain supply chain: Deconstructing the operational and economic advantages of shuttle train service. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 93. – P. 294-315.

15. Marketing, U. S. Grain and Oilseed by Container [Virtual Resource] / Mode of access – [www.ugpti.org/pubs/pdf/DP272.pdf](http://www.ugpti.org/pubs/pdf/DP272.pdf).

16. Соколов, А. Перспективы экспорта зерновых в контейнерах [Электронный ресурс] / А. Соколов // Порты Украины, 2010. – № 09. – Режим доступа – <http://portsukraine.com/node/1568>.

17. Козаченко, Д. М. Напрямки підвищення ефективності перевезень зернових вантажів залізничним транспортом / Д. М. Козаченко, Р. Ш. Рустамов, Х. В. Матвієнко. // Транспортні системи та технології перевезень. – 2013. – Вип. 6. – С. 56- 60.

18. Бімодальні технології перевезень – ключ до нових сегментів транспортного ринку / О. М. Пшінько, С. В. Мямлін, Р. Г. Коробйова, Д. М. Козаченко, Ч. Фоскетт // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 5. – С. 20-22.

19. Коробйова, Р. Г. Внедрение бимодальных технологий перевозки зерновых грузов в Украине / Р. Г. Коробйова, Р. Ш. Рустамов, С. В. Гревцов // Транспортні системи та технології перевезень. – 2015. – Вип. 9. – С. 29-34. – DOI : 10.15802/tstt2015/49351.



С. В. МЯМЛИН, Р. Г. КОРОБЬОВА, В. В. МАЛАШКИН, Д. А. БЕСАРАБ

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗЕРНОВОЇ ЛОГИСТИКИ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ БІМОДАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Мета.** Метою дослідження є оцінка ефективності бімодальних перевезень зернових вантажів в контейнерах в порівнянні з іншими способами їх доставки в морські порти. **Методика.** Дослідження процесу перевезення зерна залізничним транспортом для перевалки на експорт через морські порти виконано з використанням методів математичної статистики і теорії організації експлуатаційної роботи залізниць. Оцінка варіантів організації перевезень виконувалася з використанням методів економіко-математичного моделювання. **Результати.** Виконано теоретичні дослідження існуючої структури парку вагонів-зерновозів, проведені дослідження особливостей функціонування припортових залізничних станцій при організації перевезень зерна по кільцевих маршрутах, а також виконано оцінку можливості підвищення конкурентоспроможності бімодальних перевезень зерна в контейнерах на короткі відстані. **Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає в тому, що в ній отримані залежності вартості доставки зернових вантажів в морські порти відправницькими маршрутами від відстані з урахуванням конструктивних особливостей рухомого складу та специфіки функціонування припортових станцій по його переробці. **Практична значимість.** Практична значимість роботи полягає в тому, що впровадження її результатів дозволить скоротити логістичні витрати з доставки зерна в порти для перевалки на морський транспорт і підвищити економічну ефективність здійснення перевезень зернових.

*Ключові слова:* залізничний транспорт, перевезення зерна, бімодальні технології, відправницька маршрутизація, припортова станція.

S. V. MYAMLIN, R. G. KOROBKOVA, V. V. MALASHKIN, D. A. BESARAB

## IMPROVEMENT OF GRAIN LOGISTICS BY THE INTRODUCTION OF BIMODAL TECHNOLOGIES

**Purpose.** The purpose of the study is to evaluate the effectiveness of bimodal grain cargo transportation in containers in comparison with other methods of their delivery to seaports. **Methodology.** The studying of the grain transportation process by rail for transshipment for export through seaports is carried out using methods of mathematical statistics and the theory of organization of railway operational work. Estimation of variants of organization of transportations was carried out using methods of economic-mathematical modeling. **Findings.** The theoretical researches of the existing structure of the park of grain hoppers, studies of the features of functioning of the port railway stations in the organization of transportation of grain along the circle routes, as well as the assessment of the possibility of competitiveness increasing of bimodal transportation of grain in containers for short distances are carried out. **Originality.** The scientific novelty of the work is that it received the dependence of the cost of grain cargo delivery to seaports by unit trains from a distance taking into account the design features of rolling stock and the specific functioning of the port stations for its processing. **Practical value.** The practical significance of the work lies in the fact that the implementation of its results allow to reduce the logistics costs of grain delivery to ports for transshipment by sea and improve the economic efficiency of grain transportation.

*Keywords:* railway transport, grain elevator, grain transportation, bimodal technologies, unit train, port station.