

## УДК 656.225

Д. М. КОЗАЧЕНКО<sup>1\*</sup>, О. В. МУРАДЯН<sup>2\*</sup>, В. В. ОЛЕГ<sup>3\*</sup>

<sup>1\*</sup> Каф. «Управление эксплуатационной работой», Днепропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, г. Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 70, ел. пошта olegmuradian3@gmail.com, ORCID 0000-0002-6399-2970

<sup>2\*</sup> Управление эксплуатационной работой», Днепропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, г. Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 70, ел. пошта olegmuradian3@gmail.com, ORCID 0000-0002-6399-2970

<sup>3\*</sup> Управление эксплуатационной работой», Днепропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, г. Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 70, ел. пошта viacheslav.oleg@gmail.com, ORCID 0000-0001-5681-6365

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ МЕСТНОЙ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ НА УЧАСТКАХ ПОГРУЗКИ ЗЕРНОВЫХ ГРУЗОВ

**Цель.** Целью статьи является оценка эффективности разных методов организации местной работы железных дорог на участках погрузки зерновых грузов. **Методика.** Исследования выполнены на основе теории эксплуатационной работы железных дорог и технико-экономического анализа. **Результаты.** Украина входит в десятку крупнейших мировых производителей зерна и является одним из лидеров экспорта сельскохозяйственной продукции. В работе выполнен анализ процесса доставки зерна в морские порты. Установлено, что одна из основных проблем отечественной логистической системы вызвана значительным числом станций погрузки зерна, отправляющих его повагонными отправками. Анализ мирового опыта показывает, что прогрессивным методом, обеспечивающим снижение стоимости перевозки зерновых грузов, является ступенчатая и отправительская маршрутизация. Исследованы методы организации местной работы на участках погрузки зерновых, такие как обслуживание их сборными поездами, ступенчатая и прямая отправительская маршрутизация. **Научная новизна.** Научная новизна работы состоит в том, что ей предложены методы оценки эффективности разных способов организации местной работы железных дорог на участках погрузки зерновых грузов. **Практическая значимость.** Результаты исследований могут быть использованы для выполнения технико-экономических расчетов по оценке развития элеваторов, а также по совершенствованию взаимодействия элеваторов и железных дорог.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт; грузовые перевозки; зерновые грузы; организация перевозок.

### Ведение

Украина входит в десятку крупнейших мировых производителей зерна и является одним из лидеров экспорта сельскохозяйственной продукции. Экспорт агропромышленной продукции в 2017 году составил 41,5 % от общего экспорта из Украины. Лидер экспорта украинских аграрных товаров – зерновые культуры с долей 36,2 %. При этом существенным недостатком отечественной системы экспорта зерна являются значительные логистические расходы, связанные с доставкой в порты для перевалки на морской транспорт [1]. В этой связи актуальной является задача совершенствования технологии перевозки с целью снижения транспортных расходов.

В настоящее время около 70 % перевозок зерновых грузов осуществляется по железным дорогам, 25 % – автомобильным транспортом и 5 % речным транспортом [2]. При этом в зим-

ние месяцы доля железнодорожных перевозок зерновых грузов в порты Украины достигает 90 – 95 %.

Нужно отметить, что увеличение объемов перевозки зерна наблюдается с 2007 года, когда железнодорожным транспортом было перевезено лишь 6,8 млн т зерна и продуктов перемола. За последние 11 лет этот показатель был увеличен в 5 раз. Такое развитие производства зерна стало результатом выполнения ряда государственных и отраслевых программ [3, 4]. Недостатком указанных программ является то, что в них практически не рассмотрены вопросы организации перевозки зерновых грузов в порты в условиях возрастания экспорта. Следствием увеличения объемов перевозки зерна при сохранении старой системы организации взаимодействия элеваторов и железных дорог, а также тарификации железнодорожных перевозок стала дестабилизация транспортной систе-

мы, связанная, прежде всего, со значительной распыленностью погрузки на сети. Так погрузка зерна выполняется более чем на 518 станциях, При этом средний суточный объем погрузки для 62,7 % станций не превышает 2 вагонов в сутки [5]. Зерновые грузы являются единственным видом массовых грузов, который в Украине перевозится преимущественно повагонными отправлениями. В качестве решения проблемы предлагается закрытие части станций для погрузки зерна. В соответствии с [6], планируется полностью закрыть 60 станций, еще 110 станций предлагается закрыть для грузовой работы на период с 1 июня по 1 декабря 2018 года. Необходимо отметить, что вопросы концентрации грузовой работы железнодорожных участков достаточно широко рассмотрены в научных работах [7-9]. При этом сокращение числа станций погрузки без совершенствования технического оснащения и технологий грузовой и перевозочной работы приводит только к перераспределению логистических расходов между грузоотправителем и железной дорогой в пользу последней. Снижение себестоимости железнодорожных перевозок достигается за счет увеличения расстояния подвоза грузов автотранспортом, что не позволяет снизить общие логистические расходы.

Проблемы организации перевозки зерновых грузов железнодорожным транспортом с большого числа станций погрузки была актуальны для железных дорог Северной Америки. До 70-х годов 20-го века логистическая система доставки зерна североамериканскими железными дорогами была подобной действующей в настоящее время на железных дорогах Украины. Порожные вагоны для перевозки зерна направлялись на технические станция, откуда группами от 1 до 25 вагонов подавались на станции погрузки. После погрузки вагоны направлялись на технические станции для накопления поездов в соответствии с планом формирования. В 1965 году в США начала использоваться технология по перевозке зерна на экспорт в морские порты маршрутными отправлениями [10]. Процесс совершенствования технологий перевозки зерновых грузов железной дорогой связан с поэтапным укрупнением величины отправляемых партий зерна за счет формирования групповых отправок (multiple-car), ступенчатых маршрутов (multipleoriginunitrain), прямых отправительских маршрутов (unitrain) и, в конце концов, челночных поездов (shuttletrain).

Увеличение партий отправляемых грузов

позволяет железным дорогам Северной Америки снизить себестоимость перевозок и, предоставлять клиентам более низкие тарифы.

Применяемая в настоящее время технология shuttle train подразумевает использование специального тарифа, который ниже чем для перевозки зерна групповыми отправлениями на 46-52 %. При этом грузоотправитель должен быть способным обеспечить погрузку поезда из 75-120 вагонов в течение ограниченного времени (порядка 15 часов [11]). Поезда движутся между пунктами погрузки и выгрузки по жесткому расписанию в соответствии с контрактом на 6-9 месяцев, без реформирования и отцепки поездных локомотивов на станции погрузки [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. При этом разница на перевозку зерна повагонными отправлениями и по технологии shuttletrain достигает 55 %.

В ответ на изменения условий транспортировки зерна в США произошли существенные изменения в системах его производства и хранения. За период с 1980 по 1998 годы число сельскохозяйственных предприятий сократилось на 15 %, в тоже время их размеры возросли на 11 %. Общее число элеваторов уменьшилось за счет значительного сокращения числа линейных элеваторов (countryelevators), при этом произошло формирование сети узловых элеваторов (terminalelevators), обеспечивающих отгрузку зерна на железнодорожный транспорт партиями, достаточными для формирования маршрутов. Среднее расстояние доставки фермерами зерна на элеваторы возросло с 19 до 51,5 км [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Такое увеличение расходов на автомобильные перевозки является допустимым в связи со значительным сокращением стоимости перевозки зерна по железной дороге.

Таким образом, решение задачи снижения транспортной составляющей в экспортной стоимости отечественного зерна должно базироваться на разработке логистических технологий, позволяющих выполнять перевозки с минимальными эксплуатационными расходами и на изменении технических, технологических и тарифных документов с целью стимулирования перехода железных дорог и ее клиентов на использование этих технологий.

Условия перевозки зерна по железным дорогам Украины имеют значительные отличия от условий перевозок по железным дорогам Северной Америки. Во-первых, эти отличия продиктованы размерами страны, так как площадь Украины в 16,3 и 16,5 раз меньше площади

США и Канады соответственно. Поэтому среднее расстояние перевозки зерна в Украине меньше, а уровень конкуренции с автомобильным транспортом выше, чем в данных государствах. Во-вторых, преимущественная часть перевозок в Украине осуществляется электровозной тягой, в то время как на железных дорогах США и Канады преимущественно используется тепловозная тяга. В-третьих, на железнодорожной сети Украины осуществляется значительно больший объем пассажирских перевозок по сравнению с железными дорогами США и Канады. Последние два различия существенно ограничивают возможности погрузки поездов по технологии shuttletrain без расцепки составов.

В этой связи для железных дорог Украины необходимо выполнить анализ эффективности различных методов организации местной работы железнодорожных участков по погрузке зерновых грузов [13]. В качестве конкурирующих могут рассматриваться следующие варианты:

- обслуживания местной работы участка сборными поездами и доставка грузов в порты повагонными отправлениями;
- формирование ступенчатых маршрутов с использованием за счет согласованной погрузки зерна на нескольких промежуточных станциях;
- организация перевозки зерновых грузов прямыми отправительскими маршрутами за счет концентрации погрузки на выделенных станциях.

### Цель

Целью статьи является оценка эффективности разных методов организации местной работы железных дорог на участках погрузки зерновых грузов.

### Методика

Способы организации местной работы железных дорог на участках погрузки зерновых грузов влияют на следующие виды затрат:

- затраты на работу локомотивов связанные с перевозкой местных поездов и выполнением маневровой работы на промежуточных станциях участков;
- затраты на погрузку зерна в вагоны;
- затраты, связанные с нахождением вагонов на участке погрузки при развозе порожних, нахождения на станциях и сбора груженых вагонов;

- затраты, связанные с остановками поездов;
- затраты на переработку вагонопотоков на технических станциях, ограничивающих участок;
- затраты, связанные с использованием вагонов в процессе доставки груженых вагонов от технической станции, ограничивающей участок погрузки в порт, и порожних вагонов в обратном направлении;
- затраты, связанные с развитием нагрузочной способности элеваторов;
- затраты, связанные с пробегами автомобильного транспорта.

При обслуживании местной работы участка сборными поездами порожние вагоны под погрузку зерновых и груженые вагоны после погрузки следуют совместно с вагонами, предназначенными для выполнения грузовых операций с другими грузами. Продолжительность нахождения вагонов на участке зависит от продолжительности движения поездов по перегонам и времени выполнения маневровой работы на станциях, которые обслуживаются сборным поездом, продолжительности выполнения грузовых и коммерческих операций на станции погрузки зерна, числа сборных поездов, которые обслуживают участок. Нужно отметить, что как промежуточные станции на участках, так и подъездные пути элеваторов, которые к ним примыкают, как правило, не имеют собственных маневровых локомотивов. В этих условиях обеспечение маневровой работы на промежуточных станциях выполняется за счет следующих мероприятий:

- использования для тяги сборных поездов маневровых локомотивов и выполнение маневровой работы на промежуточных станциях локомотивом сборного поезда;
- использования для тяги сборных поездов поездных локомотивов и добавление к их составам маневровых локомотивов для выполнения маневровой работы на промежуточных станциях;
- использования для тяги сборных поездов поездных локомотивов и выполнение маневровой работы на участке участковыми или диспетчерскими маневровыми локомотивами.

Определение величины транспортных затрат на доставку 1 т зерновых грузов в порт при обслуживании участка погрузки сборными поездами выполняется как

$$C_{сб} = \alpha_3 \frac{E_{уп}^{сб} + E_{ом}^{сб} + E_{пер} + E_{мл}}{n_{сб} m_{сб} q} + c_{тр} + c_{мл}^{гр} + c_{авт}$$

где  $E_{уп}^{сб}$  – затраты, связанные с пробегом сборных поездов по перегонам участка погрузки, грн;

$E_{ом}^{сб}$  – затраты, связанные с остановками сборных поездов на промежуточных станциях и выполнением маневровой работы во время этих остановок, грн;

$E_{пер}$  – затраты, связанные с накоплением, расформированием и формированием сборных поездов на технических станциях, ограничивающих участок, грн;

$E_{мл}$  – затраты, связанные с обслуживанием участка маневровым локомотивом, грн;

$c_{гр}$  – затраты, связанные с погрузкой вагонов сборного поезда на промежуточных станциях, грн/т;

$c_{мн}^{гр}$  – затраты, связанные с использованием вагонов в процессе доставки груженых вагонов от технической станции, ограничивающей участок погрузки в порт, и порожних вагонов в обратном направлении при перевозке отдельными группами;

$c_{авт}$  – затраты, связанные доставкой зерна автомобильным транспортом на элеватор грн/т;

$n_{сб}$ ,  $m_{сб}$  – число и средний состав сборных поездов;

$M_{погр}$  – среднесуточный объем погрузки зерновых на участке, ваг;

$q$  – масса зерна в вагоне, т.

Затраты, связанные с пробегами сборных поездов по участку погрузки определяются как

$$E_{уп}^{сб} = \frac{\alpha_3 n_{сб} L_{уч}}{v_{тех}} \times \left( e_{лч} + \frac{m_{сб} (\alpha_3 e_{зс} + (1 - \alpha_3) e_{вс})}{24} \right),$$

где  $L_{уч}$  – длина участка, км;

$v_{тех}$  – техническая скорость движения поездов на участке, км/ч;

$e_{лч}$  – стоимость одного часа работы поездного локомотива с локомотивной бригадой грн/ч;

$e_{зс}$  – средняя стоимость одних суток пользования вагоном-зерновозом, грн/сут.

$e_{вс}$  – средняя стоимость одних суток пользования вагоном, грн/сут;

$\alpha_3$  – доля вагонов зерновозов в составе сборных поездов.

Затраты, связанные с остановками сборных поездов на промежуточных станциях и выпол-

нением маневровой работы во время этих

остановок определяются как

$$E_{\text{ОМ}}^{\text{сб}} = \alpha_3 n_{\text{СТ}} n_{\text{сб}} \times \left( t_{\text{ман}} e_{\text{лч}} + \frac{m_{\text{сб}} (\alpha_3 e_{\text{зс}} + (1 - \alpha_3) e_{\text{вс}})}{24} t_{\text{ман}} + e_{\text{рт}} \right),$$

где  $n_{\text{СТ}}$  – число промежуточных станций, которые обслуживают сборные поезда;

$t_{\text{ман}}$  – продолжительность маневров по прицепке и отцепке вагонов на промежуточной станции, а также по подаче и уборке вагонов на грузовые фронты, если они связаны с простоем сборного поезда, ч;

$e_{\text{рт}}$  – затраты на разгон и торможение сборного поезда, грн.

Затраты, связанные с накоплением, формированием и расформированием сборных поездов на технических станциях, ограничивающих участок, грн;

$$E_{\text{пер}} = \frac{n_{\text{сб}} m_{\text{сб}} (\alpha_3 e_{\text{зс}} + (1 - \alpha_3) e_{\text{вс}})}{24} \times \left( \frac{c_{\text{сб}}}{n_{\text{сб}}} + t_{\text{фп}}^{\text{сб}} + t_{\text{о}} + t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + t_{\text{ож}}^{\text{тс}} \right) + e_{\text{млч}} n_{\text{сб}} (2t_{\text{р}} + t_{\text{фп}}^{\text{сб}})$$

где  $c_{\text{сб}}$  – параметр накопления для сборного поезда, ч/состав;

$t_{\text{о}}, t_{\text{п}}$  – соответственно простои на технической станции по отправлению и по прибытию, ч;

$t_{\text{фп}}^{\text{сб}}, t_{\text{р}}$  – соответственно затраты времени на окончание формирования сборного поезда и его перестановку в парк отправления, а также на расформирование сборного поезда, ч;

$t_{\text{ож}}^{\text{тс}}$  – межоперационные простои на технических станциях, ч;

$e_{\text{млч}}$  – стоимость одного часа работы маневрового локомотива, грн.

Затраты, связанные с погрузкой вагонов сборного поезда на промежуточных станциях

$$c_{\text{ГР}} = \left( \frac{e_{\text{зс}}}{24q} (t_{\text{погр}} + t_{\text{пу}} + t_{\text{ож}}^{\text{сп}}) + e_{\text{эл}}^{\text{ов}} \right),$$

где  $t_{\text{погр}}$  – средняя продолжительность простоя вагона под погрузкой, ч;

$t_{\text{пу}}$  – затраты времени на подачу и уборку вагонов маневровым локомотивом, ч;

$t_{\text{ож}}^{\text{сп}}$  – средний простой вагона на станции

погрузки в ожидании технологических операций, ч;

$e_{\text{эл}}^{\text{ов}}$  – стоимость перегрузки зерна с автомобильного на железнодорожный транспорт на элеваторе, грн/т.

Затраты, связанные с обслуживанием участка маневровым локомотивом локомотива между станциями участка

$$E_{\text{мл}} = e_{\text{млч}} t_{\text{му}},$$

где  $t_{\text{му}}$  – продолжительность занятия маневрового локомотива обслуживанием промежуточных станций участка.

Величина сравниваемых затрат, связанных с доставкой зерна автомобильным транспортом на элеватор может приближенно быть оценена как

$$c_{\text{авт}} = \frac{L_{\text{уч}}}{4n_{\text{пз}}} e_{\text{авт}},$$

где  $n_{\text{пз}}$  – число промежуточных станций, выполняющих погрузку зерна;

$e_{\text{авт}}$  – стоимость 1 т-км перевозки зерновых автомобильным транспортом;

Величина сравниваемых затрат, связанных с использованием вагонов в процессе доставки груженых вагонов от технической станции, ограничивающей участок погрузки, в порт и порожних вагонов в обратном направлении при перевозке отдельными группами может быть определена как

$$c_{\text{мп}}^{\text{гр}} = \frac{e_{\text{зс}}}{24q} \left( \frac{c_{\text{т}} m_{\text{т}}}{M_{\text{з}} + M_{\text{пт}}} + \frac{c_{\text{п}} m_{\text{п}}}{M_{\text{з}} + M_{\text{мп}}} + n_{\text{пер}} t_{\text{пер}} + n_{\text{бп}}^{\text{гр}} t_{\text{бп}} \right) + \frac{n_{\text{пер}} e_{\text{пер}}}{q},$$

где  $M_{\text{з}}$  – объем средней суточной погрузки зерна на участке, ваг;

$M_{\text{пт}}, M_{\text{мп}}$  – соответственно средняя суточная мощность попутной струи вагонопотока для груженых и порожних зерновозов;

$c_{\text{т}}, c_{\text{п}}$  – параметр накопления на технической станции, ограничивающей участок погрузки, и на припортовой станции;

$m_{\text{т}}, m_{\text{п}}$  – состав поезда, формируемого на технической станции, ограничивающей участок погрузки, и на припортовой станции;

$n_{\text{пер}}, n_{\text{бп}}^{\text{гр}}$  – число технических станций, которые группа вагонов проходит с переработкой и без переработки;

$t_{\text{пер}}, t_{\text{бп}}$  – продолжительность нахождения вагона на технической станции с переработкой

и без переработки;

$e_{\text{пер}}$  – стоимость переработки вагона на технической станции, грн/ваг.

Основными способами организации ступенчатых маршрутов являются следующие

1) использование специального локомотива для сбора и формирования маршрутов из вагонов с зерновыми грузами;

2) сбор маршрутизируемых вагонов зонными сборными поездами вместе с немаршрутизируемыми на ближайшую техническую станцию для сортировки и формирования;

3) сбор маршрутизируемых вагонов специальным локомотивом на выделенную промежуточную станцию для накопления и формирования маршрута.

Целесообразным, по условиям обслуживания маневровыми локомотивами, является деление маршрутов на 3 части по 15-21 вагонов. В таких условиях рациональным вариантом организации ступенчатых маршрутов будет вариант, когда развоз порожних, а также сбор груженых вагонов и формирования маршрутов выполняет специальный поездной локомотив, а маневровую работу по подаче и уборке вагонов на элеватор – маневровый локомотив, обслуживающий движение сборных поездов или маневровый разъездной маневровый локомотив.

Определение величины транспортных затрат на доставку 1 т зерновых грузов в порт при ступенчатой маршрутизации погрузки зерновых на участке выполняется как

$$C_{\text{см}} = \frac{E_{\text{уп}}^{\text{см}} + E_{\text{ом}}^{\text{см}} + E_{\text{мл}}}{mq} + c_{\text{эл}}^{\text{об}} + c_{\text{э}}^{\text{см}} + c_{\text{в}}^{\text{м}} + c_{\text{мп}}^{\text{м}} + c_{\text{авт}},$$

где  $E_{\text{уп}}^{\text{см}}$  – затраты, связанные с работой поездных локомотивов ступенчатых маршрутов на участке погрузки;

$E_{\text{ом}}^{\text{м}}$  – затраты, связанные с остановками маршрутов на промежуточных станциях и выполнением маневров поездным локомотивом;

$c_{\text{э}}^{\text{см}}$  – затраты, связанные с развитием элеваторов для погрузки ступенчатых маршрутов, грн/т;

$c_{\text{в}}^{\text{см}}$  – затраты, связанные с использованием вагонов на участке погрузки при маршрутизации;

$c_{\text{мп}}^{\text{м}}$  – затраты, связанные с использованием вагонов в процессе доставки груженых вагонов

от технической станции, ограничивающей участок погрузки в порт, и порожних вагонов в обратном направлении маршрутами.

Затраты, связанные с работой поездных локомотивов на участке погрузки при ступенчатой маршрутизации определяются как

$$E_{\text{уп}}^{\text{см}} = \frac{2me_{\text{лч}}L_{\text{уч}}}{v_{\text{тех}}}.$$

Затраты, связанные с остановками ступенчатых маршрутов на промежуточных станциях и выполнением маневров поездным локомотивом определяются как

$$E_{\text{ом}}^{\text{см}} = 2n_{\text{см}}(t_{\text{ман}}e_{\text{лч}} + e_{\text{рт}}),$$

где  $n_{\text{см}}$  – число промежуточных станций, осуществляющих погрузку ступенчатого маршрута.

Погрузка ступенчатых маршрутов связана с необходимостью развития погрузочной способности элеваторов и их подъездных путей и соответствующими затратами  $c_{\text{э}}^{\text{см}}$ , которые устанавливаются с учетом требуемой величины периода окупаемости.

Нужно отметить, что в соответствии с [14] расчетный объем операций при проектировании элеваторов необходимо определять с учетом коэффициентов неравномерности отгрузки зерна по формуле

$$B_{\text{р}} = \frac{BK_{\text{м}}K_{\text{с}}}{330},$$

где  $B$  – годовой объем погрузки зерна, т;

$K_{\text{м}}$ ,  $K_{\text{с}}$  – соответственно, коэффициенты месячной и суточной неравномерности перевозок;

330 – расчетное количество дней, в течение которых осуществляется погрузка зерна в течение года.

Согласно [14] для типовых проектов элеваторов значения коэффициентов неравномерности необходимо принимать равными  $K_{\text{м}} = 2$ ,  $K_{\text{с}} = 2,5$ . Для предприятий с расчетным суточным объемом нагрузки более 1 000 т необходимо принимать суточную погрузку зерна не менее грузоподъемности железнодорожного маршрута. Однако, в случае, если планируется развитие нескольких элеваторов для погрузки ступенчатых маршрутов, то выполнение указанных требований является нецелесообразным. В этом случае погрузочная способность элеваторов должна обеспечивать такую продолжительность выполнения грузовых операций, при которой общая продолжительность

нахождения вагонов на участке погрузки не будет превышать 1 суток.

При организации ступенчатой маршрутизации зерновых продолжительность нахождения вагонов на участке может быть установлена по графику и затраты, связанные с их использованием могут быть определены как

$$c_B^{CM} = \frac{e_{зс}}{24q}(T_{\text{вых}} - T_{\text{вх}}),$$

где  $T_{\text{вх}}$ ,  $T_{\text{вых}}$  – соответственно время входа и выхода вагонов ступенчатого маршрута на участок погрузки.

Затраты, связанные с использованием вагонов в процессе доставки груженых вагонов от технической станции, ограничивающей участок погрузки в порт, и порожних вагонов в обратном направлении маршрутами определяются как

$$c_{\text{МП}}^M = \frac{e_{зс}}{24q} \left( \frac{c_T m_T}{M_3} + \frac{c_{\text{П}} m_{\text{П}}}{M_3} + n_{\text{бП}}^{\text{гр}} t_{\text{бП}} \right).$$

Затраты, связанные с организацией прямых отправительских маршрутов определяются как

$$C_{\text{ом}} = \frac{E_{\text{уп}}^{\text{ом}} + E_{\text{ом}}^M}{mq} + c_{\text{эл}}^{\text{об}} + c_{\text{э}}^{\text{ом}} + c_{\text{в}}^M + c_{\text{мп}}^M + c_{\text{авт}}^M, \quad (1)$$

где  $E_{\text{уп}}^{\text{ом}}$  – затраты, связанные с работой поездных локомотивов прямых отправительских маршрутов на участке погрузки;

$c_{\text{э}}^{\text{ом}}$  – затраты, связанные с развитием элеваторов для погрузки прямых отправительских маршрутов, грн/т.

Затраты, связанные с работой поездных локомотивов на участке погрузки при ступенчатой маршрутизации определяются как

$$E_{\text{уп}}^{\text{ом}} = e_{\text{лч}} \left( \frac{mL_{\text{уч}}^{\text{п}}}{v_{\text{тех}}} + t_{\text{лс}} \right),$$

где  $t_{\text{лс}}$  – время нахождения поездного локомотива на станции погрузки маршрута;

$L_{\text{уч}}^{\text{п}}$  – суммарное расстояние пробега поездного локомотива по участку погрузки.

Остальные элементы выражения (1) определяются так же, как и при ступенчатой маршрутизации.

### Результаты

С целью оценки эффективности различных способов организации погрузки зерновых гру-

зов выполнены расчеты величины транспортных затрат для участка Христиновка – Цветково. При этом рассматривались следующие варианты погрузки на участке:

– вариант 1: погрузка зерна на станциях Поташ, Тальное, Звенигород и Шпола при обслуживании участка сборными поездами;

– вариант 2: организации ступенчатой маршрутизации на станциях Поташ, Тальное и Звенигород;

– вариант 3: развитие элеватора на станции Тальное для погрузки на нем прямых отправительских маршрутов.

В результате сравниваемые затраты, связанные с перевозкой зерна по варианту 1 составили 601 грн/т, по варианту 2 – 361 грн/т, по варианту 3 – 330 грн/т. Таким образом, маршрутизация перевозки зерновых грузов позволяет обеспечить сокращение расходов на перевозку зерновых до 271 грн/т. Различия в величине затрат при ступенчатой и прямой отправительской маршрутизации незначительны. Однако, ввиду сложности организации взаимодействия между элеваторами, расположенными на разных станциях, особенно в случаях, если они принадлежат разным более собственникам, предпочтительным является вариант организации перевозки зерновых прямыми отправительскими маршрутами.

### Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна работы состоит в том, что ей предложены методы оценки эффективности разных способов организации местной работы железных дорог на участках погрузки зерновых грузов.

Результаты исследований могут быть использованы для выполнения технико-экономических расчетов по оценке развития элеваторов, а также по совершенствованию взаимодействия элеваторов и железных дорог.

### Выводы

Существенным недостатком отечественной системы экспорта зерна являются значительные логистические расходы, связанные с его доставкой в порты для перевалки на морской транспорт. Повышение эффективности перевозок может быть достигнуто за счет концентрации погрузки на отдельных элеваторах с целью организации прямых отправительских маршрутов. Величина экономии при этом составляет 271 грн/т.

## БИБЛІОГРАФІЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вернигора, Р. В. Анализ системы хранения украинского зерна / Р. В. Вернигора, Р. Ш. Рустамов // Транспортні системи та технології перевезень. – 2017. – Вип. 13. – С. 10-18. – DOI : 10.15802/tstt2017/110763.
2. Редих Э. Хватит ли аграриям зерновозов [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://biz.censor.net.ua/r3066617>.
3. Програма «Зерно України – 2015» [Текст]. – Київ: ДІА, 2011. – 48 с.
4. Козаченко, Д. М. Удосконалення технічного забезпечення та технологій експортних перевезень зернових вантажів в Україні / Д. М. Козаченко, Р. Г. Коробйова, Р. Ш. Рустамов // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2015. – № 4. – С. 121-127.
5. Муравский А. Почему УЗ массово закрывает зерновые грузовые станции [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://ports.com.ua/articles/pochemu-uz-massovo-zakryvaet-zernovye-gruzovye-stantsii>.
6. Быстрицкая, О. Разговор по сути. О сокращении зерновых железнодорожных станций. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [https://cfts.org.ua/articles/razgovor\\_po\\_suti\\_o\\_sokraschenii\\_zernovykh\\_zheleznodorozhnykh\\_stantsiy\\_1404](https://cfts.org.ua/articles/razgovor_po_suti_o_sokraschenii_zernovykh_zheleznodorozhnykh_stantsiy_1404)
7. Угодин, Е. Г. Перспективы концентрации грузовой работы / Е. Г. Угодин, Л. Н. Матюшин, Х. М. Лазарев. // Железнодорожный транспорт. – С. 10-12.
8. Елисева, Т. В. Эффективность закрытия малодеятельных станций для грузовой работы / Т. В.

Елисева, Г. Е. Писаревский, М. В. Матюшин. // Вестник ВНИИЖТ. – 1999. – № 3. – С. 11-15.

9. Пшінько, О. М. 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

11. 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, No. 2. – P. 101-115.

12. Sarmiento, C. Spatial Modeling in Technology Adoption Decisions: The Case of Shuttle Train Elevators / C. Sarmiento, W. W. Wilson // American Journal of Agricultural Economics. – 2005. – Vol. 87, №. 4. – P. 1034-1045. – DOI : 10.1111/j.1467-8276.2005.00786.x

13. Кирьянова, О.С. Местная работа на железных дорогах / О. С. Кирьянова, Г. А. Мухамедов, А. С. Перминов. – Москва : Транспорт, 1975. – 184 с.

14. Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов: ВНТП05-88. – Москва: ЦНИИ ПРОМЗЕНПРОЕКТ : М-во хлебопродуктов СССР, 1988. – 139 с.

*Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. Лаврухиным А. В. (Украина)*

Поступила в редколлегию 20.11.2018.

Принята к печати 22.11.2018.

Д. М. КОЗАЧЕНКО, О. В. МУРАДЯН, В. В. ОЛЕГ

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЦЬ НА ДІЛЯНКАХ НАВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ

**Мета.** Метою статті є оцінка ефективності різних методів організації місцевої роботи залізниці на дільницях навантаження зернових вантажів. **Методика.** Дослідження виконані на основі теорії експлуатаційної роботи залізниць та техніко-економічного аналізу. **Результати.** Україна входить в десятку найбільших світових виробників зерна і є одним з лідерів експорту сільськогосподарської продукції. В роботі виконано аналіз процесу доставки зерна в морські порти. Встановлено, що одна з основних проблем вітчизняної логістичної системи викликана значним числом станцій навантаження зерна, які відправляють його повагонними відправками. Аналіз світового досвіду показує, що прогресивним методом, який забезпечує зниження вартості перевезення зернових вантажів, є ступінчаста і відправницька маршрутизація. Досліджено методи організації місцевої роботи на дільницях навантаження зернових, такі як обслуговування їх збірними поїздами, організація ступінчастої і прямої відправницької маршрутизації. **Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає у тому, що в ній наведено методи оцінки ефективності різних способів організації місцевої роботи залізниці на дільницях навантаження зернових вантажів. **Практична значимість.** Результати дослідження можуть бути використані для виконання техніко-економічних розрахунків з оцінки розвитку елеваторів, а також для вдосконалення взаємодії елеваторів і залізниць.

*Ключові слова:* залізничний транспорт; вантажні перевезення; зернові вантажі; організація перевезень.

## IMPROVING THE ORGANIZATION OF RAILWAY DOMESTIC WORK ON THE GRAIN LOADING LINES

**Purpose.** The purpose of the article is to explore the methods of organizing the railway domestic work on the grain loading lines. **Methodology.** The studies are based on the theory of operational work of the railways and technical and economic analysis. **Findings.** Ukraine is among the ten largest world producers of grain and is one of the leaders in the export of agricultural products. The paper analyzes the process of delivery of grain to seaports. It has been established that one of the main problems of the domestic logistics system is caused by a significant number of grain loading stations sending it by single car shipments. An analysis of world experience shows that a progressive and forward-looking method for reducing the cost of transporting grain cargoes is using of unit trains and multi-origin unit trains. Methods of organizing domestic work in grain loading areas, such as serving them with pick up trains, using of unit trains and multi-origin unit trains, have been investigated. **Originality.** The scientific novelty of the work is the research of the organizing methods for evaluating the effectiveness different ways of organizing the domestic railway operation on the grain loading lines. **Practical value.** The practical value of the work is the use to accomplishment of technical and economic calculations for the assessment of the development of elevators, and for improving the interaction between elevators and railways.

*Keywords:* railway transport; freight transportation; grain cargoes; organize freight traffic.