

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

УДК 656.13

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-2-6>

Мир транспорта. 2022. Т. 20. № 2 (99). С. 60–65

## Управление процессами загрузки, хранения и выгрузки зерновых грузов в транспортно-складских комплексах



Владимир ДЕНИСОВ



Иван КОНОНОВ



Максим ПРУСОВ

*Владимир Васильевич Денисов<sup>1</sup>, Иван Иванович Кононов<sup>2</sup>, Максим Владимирович Прусов<sup>3</sup>*

*Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия.*

✉ <sup>3</sup> [mak-prusov@yandex.ru](mailto:mak-prusov@yandex.ru).

### АННОТАЦИЯ

Активное преобразование транспортных связей и перераспределения грузопотоков требует интенсивного освоения новых перспективных направлений транспортировки грузов. Необходимо задействовать существующие транспортно-технологические системы с разработкой мероприятий по повышению производительности и снижению производственных расходов. Данный подход предусматривает повышение эффективности функционирования транспортно-логистической системы.

Целью статьи являются исследование, разработка и обоснование транспортно-технологических комплексов для зерновых грузов и их отдельных, наиболее значимых элементов.

Организация перевозок различных грузов с учётом параметров подвижного состава, перегрузочного и складского оборудования имеет определяющее значение в определении эффективности транспортно-технологических схем.

В статье рассматривается разработанная технология продвижения материального потока от грузоот-

правителя к грузополучателю, позволяющая предоставить получателю груз в заранее обозначенное время с сохранением качественных и количественных характеристик. Исследование рынка перевозок зерновых грузов позволило сделать заключение о важности для всей технологии операций по загрузке, выгрузке и временному хранению.

Предложена инновационная конструкция класса бункерных устройств, которая существенно расширяет их функциональность, разработана технология работы применительно к зерновым грузам.

Выполнена работа по изучению и моделированию процессов, проходящих в перспективной конструкции бункерного устройства с учётом физических и механических свойств рассматриваемых грузов. Определены и исследованы основные параметры и факторы, степень их влияния на эффективность его функционирования на этапах загрузки, хранения и выгрузки.

**Ключевые слова:** зерновые грузы, транспортно-складские комплексы, бункер, хранилища, загрузка, хранение, разгрузка.

**Для цитирования:** Денисов В. В., Кононов И. И., Прусов М. В. Управление процессами загрузки, хранения и выгрузки зерновых грузов в транспортно-складских комплексах // Мир транспорта. 2022. Т. 20. № 2 (99). С. 60–65. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-2-6>.

Полный текст статьи на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.  
The full text of the article in English is published in the second part of the issue.

## ВВЕДЕНИЕ

Объемы перевозки сыпучих грузов в России с каждым годом увеличиваются. Это достигается за счёт развития комплексного обслуживания грузоотправителей и повышения качества перевозок, одной из решаемых при этом в сфере транспортно-логистических услуг задач является также привлечение новых клиентов. По прогнозам, в ближайшее время перевозки только железнодорожным транспортом увеличатся на 30 %, например, перевозка химических и минеральных удобрений к 2025 году увеличится на 44,4 % до 85,5 млн тонн, зерновых грузов на 22 % до 140 млн тонн и т.д.<sup>1</sup>

На железнодорожных путях общего пользования, например, ОАО «РЖД», на грузовых терминалах предоставляются различные услуги: аренда складов, погрузочно-разгрузочные работы с тарно-штучными грузами, с контейнерами, с тяжеловесными, со щебнем и т.д., очистка и промывка вагонов/контейнеров, а также временное хранение товаров под таможенным контролем. Для расширения сферы комплексной транспортно-логистической деятельности необходимо осуществлять и переработку зерновых грузов, для этого нужно установить транспортно-складские комплексы (элеваторы), в оборудование которых входят бункеры и силосы.

Зарубежные исследователи также уделяют внимание этому вопросу, в том числе и в контексте деятельности видов транспорта, выделяя в различных аспектах роль железнодорожных перевозчиков (например<sup>2, 3</sup>). Сбор зерновых грузов осуществляется в определённый период времени, а перевозятся они круглый год. Для кратковременного или долгосрочного хранения используют бункеры и силосы, которые должны стабильно функ-

ционировать и обеспечивать своевременную и бесперебойную погрузку зерновых грузов в подвижной состав<sup>2</sup>.

Для этого необходимо, чтобы складские комплексы (причём не только транспортно-складские) отвечали определённым правилам (например<sup>4, 5, 6</sup>; [1]) и условиям: обработка зерновых грузов должна быть полностью автоматизирована, а также обеспечивались качественная и количественная сохранность зернового груза, санитарно-гигиеническая обработка, защита от проникновения грызунов и птиц (например, [2–3]).

На основе трудов российских и зарубежных учёных была разработана схема транспортно-складских комплексов для зерновых грузов (рис. 1) [4; 5].

Транспортно-складские комплексы (ТСК) для зерновых грузов подразделяются на три уровня. К первому уровню относятся заготовительные транспортно-складские комплексы. Ко второму уровню – промежуточные, базисные, перевалочные и фондовые. К третьему уровню относят портовые, реализационные и производственные транспортно-складские комплексы.

Заготовительные транспортно-складские комплексы располагаются вблизи фермерских хозяйств, где принимают зерновые грузы с полей, обрабатывают и хранят. Впоследствии зерновые грузы отгружают на водный и железнодорожный транспорт и доставляют в транспортно-складские комплексы второго и третьего уровня. Заготовительные комплексы обеспечивают обработку всего урожая благодаря большой вместительности и производительности оборудования.

Базисные транспортно-складские комплексы располагаются на пересечении водных и железнодорожных путей, на железнодорож-

<sup>1</sup> Минсельхоз: выйти к 2025 году на 140 млн тонн зерновых – вполне реальная задача // Finmarket.Ru, 07.02.2020. [Электронный ресурс]: <http://www.finmarket.ru/news/5167151>. Доступ 19.01.2022.

<sup>2</sup> Frittelli, John V. Grain Transport: Modal Trends and Infrastructure Implications. CRS Report for Congress, January 5, 2005, pp. 9–10. [Электронный ресурс]: [https://www.everycrsreport.com/files/20050105\\_RL32720\\_e3fc321b404da603d95f0e2fe799a64a9dd6d770.pdf](https://www.everycrsreport.com/files/20050105_RL32720_e3fc321b404da603d95f0e2fe799a64a9dd6d770.pdf). Доступ 19.01.2022.

<sup>3</sup> Pittman, R., Jandová, M., Król, M., Nekrasenko, L., Paleta, T. The Effectiveness of EC Policies to Move Freight from Road to Rail: Evidence from CEE Grain Markets. Research in Transportation Business & Management, Vol. 37, December 2020, article 100482. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100482>.

<sup>4</sup> См., напр.: White, B. (Kondinin Group). Grain Storage Facilities. Planning for efficiency and Quality, A Grains Industry Guide. GRDC, 2012. [Электронный ресурс]: <https://storedgrain.com.au/grain-storage-facilities/>. Доступ 19.01.2022.

<sup>5</sup> National policy on handling, storage and transportation of foodgrains. Ministry of Consumer Affairs, Food and Public Distribution (Department of Food and Public Distribution) New Delhi, the 4<sup>th</sup> July 2000. No. TFC-14/99-Vol.III. Resolution. [Электронный ресурс]: [https://dfpd.gov.in/NationalPolicy\\_HST.htm](https://dfpd.gov.in/NationalPolicy_HST.htm). Доступ 19.01.2022.

<sup>6</sup> Davis, R., Stafford, R. Feedlot Design and Construction, 30. Grain Storage and Handling. [Электронный ресурс]: [https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/research-and-development/program-areas/feeding-finishing-and-nutrition/feedlot-design-manual/030-grain-storage-and-handling-2016\\_04\\_01.pdf](https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/research-and-development/program-areas/feeding-finishing-and-nutrition/feedlot-design-manual/030-grain-storage-and-handling-2016_04_01.pdf). Доступ 19.01.2022.



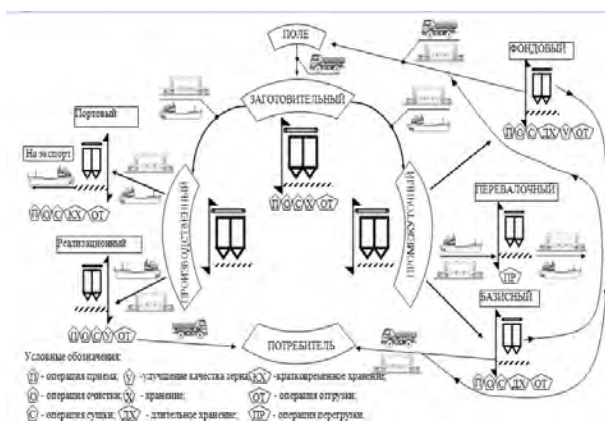


Рис. 1. Схема транспортно-складских комплексов для зерновых грузов [выполнена авторами].

ных узлах и служат для постоянной переработки зерновых грузов. В таких ТСК выполняются следующие операции: приём и очистка зерновых грузов, в основном длительное хранение, сушка и погрузка на транспорт.

Для перегрузки с одного вида транспорта на другой предназначены перевалочные транспортно-складские комплексы, которые оснащены оборудованием высокой производительности.

Резерв зерновых грузов обеспечивают фондовые транспортно-складские комплексы. Срок хранения зерновых грузов составляет 3–4 года, благодаря очистке, сушке и сохранению качества зернового груза [6].

Производственные транспортно-складские комплексы распределяют зерновые грузы по различным перерабатывающим предприятиям: комбикормовым, мукомольным и т. д. Зерновые грузы на производственном ТСК хранятся 5–6 месяцев.

Портовые транспортно-складские комплексы предназначены для отгрузки зерновых грузов на экспорт. Зерно на портовые элеваторы поступает с водного и железнодорожного транспорта. Для обеспечения стабильной погрузки зерновых грузов на экспорт портовые ТСК необходимо обеспечить новейшим транспортно-складским оборудованием [7].

Для доставки зерновых грузов потребителям используют реализационные транспортно-складские комплексы. Как правило, груз прибывает железнодорожным транспортом и отгружается на автомобильный транспорт.

Транспортно-складские комплексы всех уровней частично выполняют функции других типов комплексов.

Основными элементами транспортно-складских комплексов для зерновых грузов являются бункеры и силосы различного назначения. Проблемы, возникающие в них: сводообразование, сегрегация, уплотнение, слеживаемость и т. д. Эти проблемы негативно влияют на функционирование комплексов [8; 9]. Задержка подвижного состава при погрузочных операциях напрямую влияет на оборот вагонов.

Целью работы является разработка конструкции бункерного хранилища, которая сможет обеспечить стабильное функционирование ёмкости и позволит устранить уплотнение зернового груза в процессе загрузки путём равномерного распределения сыпучего груза по сечению ёмкости, свести к минимуму сегрегацию и сводообразование груза, обеспечить равномерное давление внутри ёмкости. Это позволит регулировать выгрузку сыпучего груза, а также улучшить безопасность производства и его эффективность.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе анализа загрузочных и выгрузочных устройств для бункеров и силосов разработана конструкция секторного мультифункционального бункера (рис. 2) [10].

Мультифункциональный бункер 1 разделён на сектора с помощью перфорированных решёт 2. Решёта с прямоугольными отверстиями располагаются под определённым углом к горизонтальной плоскости. Благодаря пассивному приводу 4 изменяется угол установки решёт. Прямоугольные отверстия решёта располагаются перпендикулярно движению зернового груза. Выгружается зерновой груз через воронку 3.

Мультифункциональный бункер работает следующим образом. Перфорированные решёта выставляются под углом к горизонтальной плоскости. В процессе загрузки мультифункционального бункера зерновой груз встречает на своём пути первое решето, которое делит загружаемый материал на два потока, один из которых сходит по решету, другой проходит через прямоугольные отверстия и попадает на второе решето, находящееся ниже на противоположной стенке бункера и т.д. до полной загрузки бункера.

Хранение зерновых грузов в бункерах и силосах сопряжено с различными трудностями, часть из которых указана выше: сводообразование, уплотнение, зависание, сегрегация, нарушение геометрии выпускной воронки ёмкости от механических воздействий и т.д. Это негативно влияет на работу всего транспортно-складского комплекса.

Многие учёные разрабатывали параметрические модели бункеров в процессе их функционирования. На основе данных исследований рассмотрим параметрическую модель мультифункционального бункера (рис. 3).

Процесс работы данного бункера необходимо разделить на функциональные блоки:

- 1) входящий поток зернового груза ( $X_{вп}$ );
- 2) процесс работы перфорированного решета при загрузке ( $X_{пф}$ );
- 3) работа перфорированного решета в процессе хранения зернового груза ( $X_{пфх}$ );
- 4) работа перфорированного решета в процессе выгрузки зернового груза ( $X_{пфв}$ );
- 5) параметры, влияющие на функционирование работы всего бункера ( $Y_{пв}$ ).

Функционирование мультифункционального бункера можно записать в следующем виде:

$$Z_{пф} = Z_{пф} \{X_{вп}, X_{пф}, X_{пфх}, X_{пфв}, Y_{пв}\}. \quad (1)$$

Рассмотрим факторы, влияющие на входной поток зернового груза:

$$X_{вп} = X \{x_{1вп}, x_{2вп}, x_{3вп}, x_{4вп}, x_{5вп}, x_{6вп}, x_{7вп}, x_{8вп}\}, \quad (2)$$

где  $x_{1вп}$  – производительность подающего устройства;

- $x_{2вп}$  – площадь сечения потока;
- $x_{3вп}$  – плотность потока;
- $x_{4вп}$  – высота падения;
- $x_{5вп}$  – влажность груза;
- $x_{6вп}$  – содержание примесей;
- $x_{7вп}$  – коэффициент парусности;
- $x_{8вп}$  – физико-механические свойства грузов.

Перфорированное решето, находясь внутри бункера, также влияет на загрузку ёмко-

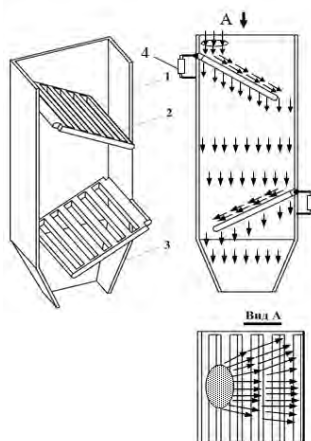


Рис. 2. Мультифункциональный бункер [выполнено авторами].

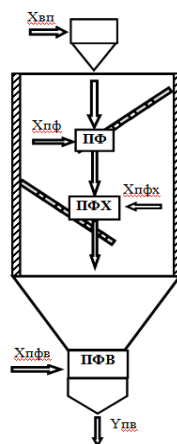


Рис. 3. Схема параметрической модели [выполнена авторами].

сти. Рассмотрим факторы, влияющие на функционирование решета в процессе загрузки:

$$X_{пф} = X \{x_{1пф}, x_{2пф}, x_{3пф}, x_{4пф}, x_{5пф}, x_{6пф}, x_{7пф}, x_{8пф}, x_{9пф}\}, \quad (3)$$

где  $x_{1пф}$  – производительность перфорированного решета (чем больше производительность, тем быстрее загружается бункер);

$x_{2пф}$  – установка перфорированного решета (если угол установки большой, то основная масса груза сходит с решета, если угол установки небольшой, основная масса груза остаётся на решете);

$x_{3пф}$  – конфигурация проёмов в решете (оказывает существенное влияние на перемещение груза, если конфигурация отверстий имеет форму окружности, необходимо встряхивать решето, а если конфигурация отверстий имеет прямоугольную форму, то груз свободно проходит и сходит по решету);

$x_{4пф}$  – размеры проёмов в решете;





$x_{5нф}$  – размеры перемычек между проёмами решета;

$x_{6нф}$  – динамический показатель заполнения поперечного сечения бункера;

$x_{7нф}$  – количество перфорированных решёт в бункере (влияет на горизонтальное и вертикальное давление в бункере, а также на сегрегацию груза);

$x_{8нф}$  – коэффициент уплотнения (влияет на целостность частиц груза);

$x_{9нф}$  – коэффициент используемого объёма (зависит от размеров проёмов в решете).

Рассмотрев все факторы, которые оказывают существенное влияние на процесс загрузки бункера, необходимо помнить, что этот процесс влияет на хранение сыпучего груза.

Факторы, оказывающее влияние на работу перфорированного решета в процессе хранения:

$$X_{нфх} = X\{x_{1нфх}, x_{2нфх}, x_{3нфх}\}, \quad (4)$$

где  $x_{1нфх}$  – количество перфорированных решёт в бункере (влияет на горизонтальное и вертикальное давление в бункере, а также на сегрегацию груза);

$x_{2нфх}$  – геометрические размеры перфорированного решета (если площадь решета будет больше чем половина площади поперечного сечения бункера, но меньше площади поперечного сечения бункера, то перфорированные решета могут являться точкой взаимодействия управляемого свода и конструкцией бункера, в связи с этим процесс выгрузки будет контролируемым);

$x_{3нфх}$  – установка перфорированного решета под наклоном относительно горизонтали.

Как известно, процесс загрузки влияет на функционирование всего бункера. В процессе хранения сыпучего груза возникают нежелательные явления, такие как сводообразование, зависание, уплотняемость, сегрегация сыпучего груза [11; 12]. Зависание сыпучего груза часто возникает в бункерах с прямоугольным сечением. Сводообразование образуется в связи с увеличением горизонтального давления внутри бункера. Уплотняемость и сегрегация сыпучего груза появляется из-за посторонней вибрации. Данные явления негативно влияют на выгрузку сыпучего груза из бункера. Выгрузка происходит с пульсацией, и качество груза ухудшается, так как наблюдается расслоение груза, то есть сегрегация [13–16].

В мультифункциональном бункере перфорированные решета в процессе хранения

сыпучего груза не извлекаются, следовательно, они являются опорой для сводообразования, но достаточно изменить наклон перфорированного решета на  $1^\circ$ , свод разрушится, и выгрузка будет проходить равномерно, без пульсации. В данном случае можно будет контролировать процесс выгрузки сыпучего груза [7].

Рассмотрим параметры, которые влияют на процесс выгрузки с использованием перфорированного решета:

$$X_{нфв} = X\{x_{1нфв}, x_{2нфв}, x_{3нфв}, x_{4нфв}, x_{5нфв}, x_{6нфв}, x_{7нфв}, x_{8нфв}, x_{9нфв}, x_{10нфв}\}, \quad (5)$$

где  $x_{1нфв}$  – линейные величины бункеров (прямоугольного, круглого и корытообразного сечения);

$x_{2нфв}$  – форма нижнего элемента бункера (воронки) (моделирует и управляет производительностью и сводообразованием);

$x_{3нфв}$  – число выгрузных отверстий (чем больше отверстий, тем равномерней будет выгрузка);

$x_{4нфв}$  – область размещения выгрузного отверстия относительно оси бункера;

$x_{5нфв}$  – угол нижнего элемента бункера (воронки);

$x_{6нфв}$  – зависимость площади сечения бункера и площади выгрузного отверстия;

$x_{7нфв}$  – шаг установки от выгрузного отверстия до начала перфорированного решета;

$x_{8нфв}$  – физико-механические свойства зернового груза;

$x_{9нфв}$  – материал изготовления бункера;

$x_{10нфв}$  – установка перфорированного решета (наклон перфорированного решета влияет на выгрузку);

Рассмотрим параметры влияния процесса выгрузки на функционирование мультифункционального бункера:

$$Y_{нв} = Y\{Y_{1нв}, Y_{2нв}, Y_{3нв}\}, \quad (6)$$

где  $Y_{1нв}$  – производительность бункера;

$Y_{2нв}$  – постоянное поступление в технологическую линию;

$Y_{3нв}$  – коэффициент расслоения груза (сегрегация).

## ВЫВОДЫ

Таким образом, после рассмотрения и оценки всех факторов, оказывающих воздействие на работу мультифункционального бункера, определены основные параметры для функционирования бункера.

Благодаря перфорированным решетам можно регулировать и контролировать про-

цесс загрузки, хранения, а, самое главное, процесс выгрузки сыпучего груза. На предлагаемую конструкцию получен патент РФ [17].

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Masi, P., Harris, K. The Feasibility of Investing in a High-Speed Grain-Handling Facility in Kansas. Applied Economics Teaching Resources, 2021, Vol. 3, Iss. 1, pp. 74–85. DOI: 10.22004/ag.econ.310268.

2. Guru, P. N., Mridula, D. Safe Storage of Food Grains. Technical Bulletin No.: ICAR-CIPHET/Pub./2021-22/01. ICAR Central Institute of Post-Harvest Engineering and Technology. DOI: 10.13140/RG.2.2.14957.51680.

3. Rajput, K., Amar, V. S. Engineering Perspective on Technical Challenges Associated with Corn Grain Storage. Acta Scientific Applied Physics, 2022, Vol. 2, Iss. 5, pp. 28–33. [Электронный ресурс]: <https://actascientific.com/ASAP-2-5.php>. Доступ 05.05.2022.

4. Горюшинский И. В. Технологические системы обеспечения сырьём комбикормовых и животноводческих предприятий // Дисс... докт. техн. наук. – Оренбург, 2005. – 298 с.

5. Кононов И. И. Совершенствование процесса функционирования бункерных хранилищ транспортно-складских комплексов для сыпучих грузов (на примере компонентов комбикорма) // Дисс... канд. техн. наук. – Саратов, 2002. – 154 с.

6. Prusov, M., Kurdyumov, V., Pavlushin, A. Optimization of the hopper design parameters with a controlled technological process of loading, storage and unloading of bulk materials. Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2020). Kazan, EDP Sciences, 2020, p. 00131. DOI: 10.1051/bioconf/20202700131.

7. Прусов М. В. Бункер для сыпучих грузов без ручного труда // Мир транспорта. – 2016. – Т. 14. – № 3 (64). – С. 176–181. [Электронный ресурс]: <https://mirtr.eirpub.ru/jour/article/view/1960>. Доступ 19.01.2022.

8. Ивлиева И. А. Инновационные системы заполнения транспортных средств сыпучими грузами // Дни студенческой науки: Сб. материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 63–65. [Электронный ресурс]: <https://www.samgups.ru/science/uchenomu/konferentsii-i-granty/files/2021/%D0%94%D0%BD%D0%B8%20%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B8%202021.%20%D0%A2.%201.%20%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%98%D0%A7%D0%95%D0%A1%D0%9A.%D0%98%D0%95%20%D0%9D%D0%90%D0%A3%D0%9A%D0%98.pdf>. Доступ 19.01.2022.

9. Прусов М. В., Павлушин А. А., Курдюмов В. И. Теоретическое обоснование параметров процессов загрузки, хранения и выгрузки комбикормов // Вестник

Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1 (49). – С. 6–13. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-1-6-13.

10. Прусов М. В., Павлушин А. А., Курдюмов В. И. Оптимизация конструктивных параметров бункерного устройства // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3 (51). – С. 22–27. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-22-27.

11. Денисов В. В., Прусов М. В., Кожевников В. А. Контроль сегрегации при выполнении транспортно-складских операций с сыпучими грузами // Вестник транспорта Поволжья. – 2020. – № 1 (79). – С. 48–54. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43680651>. Доступ 19.01.2022.

12. Третьяков Г. М., Прусов М. В., Денисов В. В., Кононов И. И. Экспериментальные исследования хранилища сыпучих грузов в транспортно-технологических комплексах // Вестник транспорта Поволжья. – 2020. – № 5 (83). – С. 56–61. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44304111>. Доступ 19.01.2022.

13. Денисов В. В., Прусов М. В., Кожевников В. А. Современное состояние процесса перевозок зерновых грузов железнодорожным транспортом // Наука и образование транспорту. – 2020. – № 1. – С. 109–111. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44551811>. Доступ 19.01.2022.

14. Кожевников В. А., Денисов В. В., Прусов М. В. Теоретические исследования процесса устранения зависимостей мобильным устройством в бункерах для хранения и транспортировки сыпучих грузов // Вестник транспорта Поволжья. – 2018. – № 1 (67). – С. 37–44. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35332915>. Доступ 19.01.2022.

15. Прусов М. В. Совершенствование технического оснащения транспортно-складских комплексов для хранения и перегрузки сыпучих грузов // Наука и образование транспорту. – 2018. – № 1. – С. 114–115. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37072690>. Доступ 19.01.2022.

16. Мишина С. А., Прусов М. В. Взаимодействие складского и транспортного комплекса в современных условиях // Молодёжная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых учёных, аспирантов, студентов и старшеклассников: в 3 частях, Самара–Оренбург, 05 апреля 2017 года. – Самара–Оренбург: ООО «Аэтерна», 2017. – С. 84–86. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30036728>. Доступ 19.01.2022.

17. Патент № 2219118 С1 Российская Федерация, МПК В65D 88/64. Бункер для сводообразующих сыпучих материалов: № 2002112529/12: заявл. 13.05.2002: опубл. 20.12.2003 / Г. М. Третьяков, В. С. Горюшинский, И. В. Горюшинский [и др.]; заявитель Открытое акционерное общество «Промжелдортранс», Самарская государственная академия путей сообщения. [Электронный ресурс]: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2219118C1\\_20031220](https://yandex.ru/patents/doc/RU2219118C1_20031220). Доступ 19.01.2022. ●

### Информация об авторах:

**Денисов Владимир Васильевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий грузовой и коммерческой работы, станций и узлов Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, Россия, [vdenisoff@mail.ru](mailto:vdenisoff@mail.ru).

**Кононов Иван Иванович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий грузовой и коммерческой работы, станций и узлов Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, Россия, [ikonoenov@yandex.ru](mailto:ikonoenov@yandex.ru).

**Прусов Максим Владимирович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий грузовой и коммерческой работы, станций и узлов Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, Россия, [mr-prusov@yandex.ru](mailto:mr-prusov@yandex.ru).

Статья поступил в редакцию 06.04.2022, одобрена после рецензирования 28.04.2022, дополнена 05.05.2022, принята к публикации 11.05.2022.

• Мир транспорта. 2022. Т. 20. № 2 (99). С. 60–65

Денисов В. В., Кононов И. И., Прусов М. В. Управление процессами загрузки, хранения и выгрузки зерновых грузов в транспортно-складских комплексах

