



---

# ТРАНСПОРТ ШЁЛКОВОГО ПУТИ

---

№ 4 / 2021





## Научный электронный журнал «Транспорт шелкового пути»

№ 4, 2021

Издается с 2019 года

**Учредитель:** Негосударственная Некоммерческая организация «Научно-исследовательский информатизационный центр»

**Главный редактор электронного журнала Илесалиев Даурен Ихтиярович**, д.т.н., доцент, профессор кафедры транспортно-грузовые системы Ташкентского государственного транспортного университета

**Научный редактор Худайкулов Рашидбек Мансуржонович**, PhD, доцент, заведующий кафедрой изыскания и проектирование дорог Ташкентского государственного транспортного университета

**Адрес редакции и издателя:** 100006, г. Ташкент, проспект Амира Темура, 4

**Контактный телефон:** (+998 71)-238-82-75; (+998 99)-806-41-99)

**Веб-сайт:** <http://srt.aitm.uz/>

**E-Mail:** [nno.niits@inbox.ru](mailto:nno.niits@inbox.ru)

**Фото на обложке:** Худайкулов Рашидбек Мансуржонович

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 1321 от 23.10.2019 г.**

**DOI:** 10.54197X

Подписано в печать 30.12.2021. Дата выхода в свет 31.12.2021

### МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Ибрагимов Умидулла Назриллаевич**, к.т.н., с.н.с., Директор ННО "Научно-исследовательский информатизационный центр", Начальник Главного управления развития логистики и цифровизации АО «Узбекистон темир йуллари» (г. Ташкент, Узбекистан).

**Сладковский Александр Валентинович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой логистики и транспортных технологий, координатор международного сотрудничества факультета транспорта и авиационных технологий Силезского технологического университета (г. Гливице, Польша).

**Рахмангулов Александр Нельевич**, д.т.н., доцент, профессор кафедры логистики и управления транспортными системами Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова (г. Магнитогорск, Российская Федерация).

**Шолтысек Яцек Антони**, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой социальной логистики Экономического университета г. Катовице (г. Катовице, Польша).

**Блажко Людмила Сергеевна**, д.т.н., профессор, первый проректор, заведующий кафедрой железнодорожный путь Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация).

**Бекжанова Сауле Ертаевна**, д.т.н., профессор кафедры организация перевозок и эксплуатация транспорта Академии логистики и транспорта (г. Алматы, Казахстан).

**Коровяковский Евгений Константинович**, к.т.н., профессор, заведующий кафедрой логистика и коммерческая работа Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация).

**Борна Абрамович**, PhD, профессор, заведующий кафедрой управление на железнодорожном транспорте Загребского университета (г. Загреб, Хорватия).

**Славомир Я. Вроблевский**, PhD, профессор, декан факультета международные образовательные программы Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Ларин Олег Николаевич**, действительный член Российской академии транспорта, д.т.н., профессор кафедры цифровые технологии управления транспортными процессами Российского университета транспорта (г. Москва, Российская Федерация).



## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Игамбердиев Хусан Закирович**, академик Академии Наук Республики Узбекистан, д.т.н., профессор кафедры система обработки информации и управления Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан).

**Адылходжаев Анвар Ишанович**, д.т.н., профессор кафедры строительство зданий и промышленных сооружений Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Ибрагимов Назрилла Набиевич**, д.т.н., профессор кафедры транспортно-грузовые системы Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Арипов Назиржон Мукармович**, д.т.н., профессор кафедры автоматика и телемеханика Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Саматов Гаффор Аллакулович**, д.э.н., профессор кафедры транспортная логистика Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Мухитдинов Акмал Анварович**, д.т.н., профессор кафедры инжиниринг транспортных средств Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Карриева Якутхан Каримовна**, д.э.н., профессор кафедры управление, бизнес и логистика Ташкентского государственного экономического университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Керимов Камил Фикратович**, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой системное и прикладное программирование Ташкентского университета информационных технологий Мухаммада Ал-Хоразми (г. Ташкент, Узбекистан).

**Рахимов Рустам Вячеславович**, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Камалов Акмал Сайдакбарович**, к.э.н., заместитель председателя правления АО «Узбекистон темир йуллари» (г. Ташкент, Узбекистан).

**Камалова Элвира Абдусатторовна**, PhD, Старший преподаватель кафедры управление, бизнес и логистика Ташкентского государственного экономического университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Светашев Александр Александрович**, к.т.н., доцент кафедры организация движение на транспорте Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Эргашев Зухритдин Зайдинович**, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой прикладная механика Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).

**Сарвирова Наталья Сергеевна**, к.э.н., доцент кафедры транспортная логистика Ташкентского государственного транспортного университета (г. Ташкент, Узбекистан).



## Electronic Journal of Scientific «Silk Road Transport»

No 4, 2021

Published since 2019

**Founders:** NGO Research Informatization Center

**Editor-in-chief Ilesaliev Dauren Ikhtiyarovich**, DSc, Associate Professor, the Department “Transport and Cargo Systems” Tashkent state Transport University (Tashkent, Uzbekistan)

**Scientific editor Hudaykulov Rashidbek Mansurjonovich**, PhD., Associate Professor, Head of the "Survey and Design of Roads" Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Address of the editorial office:** 4 Amir Timur Str., Tashkent, 100006

Telephone: (+998 71)-238-82-75; (+998 99)-806-41-99)

**Web-site:** <http://srt.aitm.uz/>

**E-Mail:** [nno.niits@inbox.ru](mailto:nno.niits@inbox.ru)

**Mass media registration certificate No 1321 dated October 23, 2019**

**DOI:** 10.54197X

Released for printing on 30.12.2021. Date of issue 31.12.2021.

### **INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD**

**Ibragimov Umidulla Nazrillaevich**, PhD., Senior Researcher, Chairman of the NGO “Research Informatization Center” - the Founder of the Magazine, Head of the Main Department of Logistics Development and Digitalization of Uzbekistan Temir Yollari JSC (Tashkent, Uzbekistan).

**Sladkowski Aleksander Valentinovich**, DSc, Professor, Head of the Department of Logistics and Transport Technologies, Coordinator for International Relations at the Faculty of Transport and Aviation Technologies, Silesian University of Technology (Gliwice, Poland).

**Alexander Nelevich Rakhmangulov**, DSc, Professor, the Department of “Logistics and Management of Transport Systems” of the Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov (Magnitogorsk, Russia).

**Jacek Antony Szoltysek**, DSc, Professor, Department of “Social Logistics” of the University of Economics in Katowice (Katowice, Poland).

**Blazhko Lyudmila Sergeevna**, DSc, Professor, Head of the Department – Railway Track, The First Vice-Rector of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (St. Petersburg, Russia).

**Bekzhanova Saule Ertaevna**, DSc, Professor, the Department “Organization of transportation and operation of transport” Academy of Logistics and Transport (Almaty, Kazakhstan).

**Korovyakovskiy Evgeny Konstantinovich**, Ph.D., Associate Professor, Head of the “Logistics and Commerce” of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (St. Petersburg, Russia).

**Borna Abramović**, PhD, Professor, Head of Chair of Railway Transport Management of University of Zagreb (Zagreb, Croatia).

**Slawomir J. Wroblewski**, PhD, Associate Professor, Head of the Department “International Educational Program” Tashkent State Transport University (Tashkent, Uzbekistan).

**Oleg Nikolaevich Larin**, DSc, Professor, Full Member of the Russian Academy of Transport, Professor of the Department of Logistic Transport Systems and Technologies, Russian transport university (Moscow, Russia).



## EDITORIAL BOARD

**Igamberdiev Khusan Zakirovich**, academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, DSc, Professor, the Department “Department of Information Processing and Control Systems” Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan).

**Adilkhodzhaev Anvar Ishanovich**, DSc, Professor, the Department “Construction of Buildings and Industrial Structures” Tashkent state Transport University (Tashkent, Uzbekistan).

**Ibragimov Nazrilla Nabievich**, DSc, Professor, the Department “Transport and Cargo Systems” Tashkent state Transport University (Tashkent, Uzbekistan).

**Aripov Nazirzhon Mukaramovich**, DSc, Professor, the Department “Automation and Telemechanics” Tashkent State Transport University (Tashkent, Uzbekistan)

**Samatov Gaffor Allakulovich**, DSc, Professor, the Department “Transport Logistics”, Tashkent State transport university (Tashkent, Uzbekistan).

**Mukhitdinov Akmal Anvarovich**, DSc, Professor, the Department “Vehicle engineering” Tashkent State transport university (Tashkent, Uzbekistan).

**Karrieva, Yakutkhan Karimovna**, DSc, Professor, the Department “Management, Business and Logistics”, Tashkent State University of Economics (Tashkent, Uzbekistan).

**Kerimov Kamil Fikratovich**, DSc., Associate Professor, Head of the “System and Applied Programming” Department, Tashkent University of Information Technology named after Muhammad Al-Khorazmi (Tashkent, Uzbekistan).

**Rahimov Rustam Vyacheslavovich**, DSc., Associate Professor, Head of the “Wagons and wagon facilities” Tashkent State Transport University (Tashkent, Uzbekistan).

**Kamalov Akmal Saydakbarovich**, PhD, Vice Chairman of the Board of Uzbekistan Temir Yollari JSC (Tashkent, Uzbekistan).

**Kamalova Elvira Abdusattorovna**, PhD, Senior Lecturer of the Department “Management, Business and Logistics”, Tashkent State University of Economics (Tashkent, Uzbekistan).

**Svetashev Alexander Alexandrovich**, PhD, Associate Professor, the Department “Organization of Transport Movement” Tashkent State Transport University (Tashkent, Uzbekistan).

**Ergashev Zukhriddin Zaydinovich**, PhD, Associate Professor, Head of the “Applied Mechanics” Tashkent State Transport University (Tashkent, Uzbekistan).

**Sarvirova Natalia Sergeevna**, PhD, Associate Professor, the Department “Transport Logistics” Tashkent State Transport University (Tashkent, Uzbekistan).



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Джаббаров Ш., Ахмедова Д., Жумабеков Б. (г. Ташкент, Узбекистан)</i>	
Расчет скорости движения вагона на ускоряющем уклоне сортировочной горки.....	7
<i>Джаббаров Ш., Саидивалиев Ш., Джалилов Х. (г. Ташкент, Узбекистан)</i>	
О некорректности формулы горочных конструктивных и техно-логических расчетов проектируемых участков сортировочной горки.....	13
<i>Исматуллаев А., Светашев А., Шихназаров Ж. (г. Ташкент, Узбекистан)</i>	
Концепция формирования контейнерных блок-поездов .....	20
<i>Лесов К. С., Ортикбоев М.А. (г. Ташкент, Узбекистан)</i>	
Конструкция защитных сооружений от скально-обвальных процессов .....	25
<i>Светашев А.А., Шихназаров Ж.А., Светашева Н.Ф. (г. Ташкент, Узбекистан)</i>	
О возможности развития железнодорожного направления Китай-Кыргызстан-Узбекистан (I часть).....	30
<i>Абдукамилов Ш.Ш., Кенжалиева Д.К. (г. Ташкент, Узбекистан)</i>	
Численные расчеты прочности земляного полотна железных дорог .....	35
<i>Шихназаров Ж.А., Илесалиев Д.И., Азимов Ф.К., Дехконов М.М. (г. Ташкент, Узбекистан)</i>	
Обоснование инновационной технологии перевозки насыпных грузов в интермодальных сообщениях .....	46
<i>Илесалиев Д.И., Азимов Ф.К., Шихназаров Ж.А., Дехконов М.М. (г. Ташкент, Узбекистан)</i>	
Интермодальные и мультимодальные технологии перевозки зерновых грузов ..	54

## CONTENTS

<i>Jabbarov Sh., Akhmedova D., Jhumabekov B. (Tashkent, Uzbekistan)</i>	
Calculation of the speed of the car on the accelerating slope of the grade hill .....	7
<i>Jabbarov Sh., Saidivaliev Sh., Jalilov Kh. (Tashkent, Uzbekistan)</i>	
Biomethane from biogas as a motor fuel .....	13
<i>Ismatullaev A.F., Svetashev A.A., Shikhnazarov Zh.A. (Tashkent, Uzbekistan)</i>	
Concept for formation of container block trains.....	20
<i>Lesov K.S., Ortikboev M.A. (Tashkent, Uzbekistan)</i>	
Design of protective structures against rock and slaving processes .....	25
<i>Svetashev A., Shikhnazarov Zh., Svetasheva N. (Tashkent, Uzbekistan)</i>	
On the possibility of developing the railway direction China-Kyrgyzstan-Uzbekistan (Part I).....	30
<i>Abdukamilov Sh.Sh., Kenjaliyeva D.K. (Tashkent, Uzbekistan)</i>	
Numerical calculations of the strength of railway beds .....	35
<i>Shikhnazarov J.A., Ilesaliev D.I., Azimov F.K., Dehkonov M.M. (Tashkent, Uzbekistan)</i>	
Substantiation of innovative technology for transportation of bulk cargo in intermodal communications .....	46
<i>Ilesaliev D.I., Azimov F.K., Shikhnazarov J.A., Dehkonov M.M. (Tashkent, Uzbekistan)</i>	
Intermodal and multimodal technologies for transportation of grain cargo .....	54



УДК (UDC) УДК 656.21.001.2

## РАСЧЕТ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВАГОНА НА УСКОРЯЮЩЕМ УКЛОНЕ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

### CALCULATION OF THE SPEED OF THE CAR ON THE ACCELERATING SLOPE OF THE GRADE HILL

Джаббаров Ш.Б., Ахмедова Д.А., Жумабеков Б.Ш.  
Jabbarov Sh.B., Akhmedova D.A., Jhumabekov B.Sh.

Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)  
Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Аннотация.** В статье исследовано движение вагона по наклонной плоскости с идеальной и неидеальной поверхностями. Доказано, что для неидеальных связей формулы, используемые для равномерно ускоренного движения, не применимы для свободного падения.

**Ключевые слова:** железная дорога, станция, сортировочная горка, вагон, идеальные и неидеальные поверхности, неточность существующих теоретических положений, качение колеса.

**Дата принятия к публикации:** 20.09.2021  
**Дата публикации:** 22.12.2021

#### Сведения об авторах:

**Джаббаров Ш.Б.** – PhD., и.о. доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Ташкентского государственного транспортного университета,  
*e-mail:* [shuhratassistant@gmail.com](mailto:shuhratassistant@gmail.com)

**Ахмедова Д.А.** – магистрант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Ташкентского государственного транспортного университета,  
*e-mail:* [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz)

**Жумабеков Б.Ш.** – ассистент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Ташкентского государственного транспортного университета,  
*e-mail:* [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz)

**Abstract.** The article examines the movement of the car on an inclined plane with ideal and non-ideal surfaces. It is proved that for non-ideal relations of the formulas used for the uniform accelerated motion, are not applicable for free fall.

**Keywords:** railway, station, marshalling hump, car, ideal and non-ideal surfaces, the inaccuracy of the existing theoretical assumptions

**Date of acceptance for publication:** 20.09.2021  
**Date of publication:** 22.12.2021

#### Authors' information:

**Jabbarov Sh.B.** – PhD., acting Associate Professor of the Department "Wagons and Carriage Facilities", Tashkent State Transport University,  
*e-mail:* [shuhratassistant@gmail.com](mailto:shuhratassistant@gmail.com)

**Akhmedova D.A.** - Master student of the department "Wagons and wagon economy", Tashkent State Transport University,  
*e-mail:* [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz)

**Zhumabekov B.Sh.** – assistant of the department "Wagons and wagon economy", Tashkent State Transport University,  
*e-mail:* [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz)

## 1. Введение

Настоящая статья посвящена рассуждению о корректности и/или некорректности развёрнутого универсального вида формулы (2) в [4], как части существующих теоретических положений горочных конструктивных и технологических расчётов проектируемых участков сортировочной горки [14 – 21].

Заметим, что в [4] в целях реального учёта эксплуатационных условий работы сортировочных горок рекомендовано использовать параметры удельных сопротивлений движению  $w$ , которые отражают обобщённые характеристики современного вагонного парка и сортировочных путей. С учётом этого фактора приведена формула (2) в [4], якобы имеющая развёрнутый универсальный вид:

$$v_k^2 = v_n^2 + 2g'(i - w)10^{-3} \cdot l - 2g'h_T, \text{ м}^2/\text{с}^2 \quad (1)$$

где  $v_k$  – скорость вагона в конце расчетного участка горки м/с;  $v_n$  – скорость вагона в начале расчетного участка горки и/или максимально допустимая скорость входа вагона на вагонные замедлители [22] м/с;  $g'$  – ускорение свободного падения тела с учетом массы вращающихся частей, м/с<sup>2</sup>;  $i$  – уклон профиля пути в промилле (т.е. ‰);  $w$  – удельное сопротивление движению, которое отражает параметры обобщенных характеристик современного вагонного парка и сортировочных путей;  $l$  – длина расчётного участка горки м;  $h_T$  – мощность тормозных характеристик (согласно табл. 2 в [23] мощность тормозных средств  $M_{Тс}$ ) от горба горки до парковой тормозной позиции, зависящая от типа и количества замедлителей.

Однако, формула (1) содержит ряд неточностей и грубых ошибок в её составляющих, основные из которых в виде контрпримеров отмечены в [3, 9].

Попытаемся раскрыть эти недостатки, которые относятся к формуле (1).

К сожалению, формула (1) математически записана некорректно, хотя авторы статьи [4] останавливались на принципиально важных вопросах контраргументов статьи [3] (см. первый абзац первой колонки на стр. 36 в [4]).

Так, например, в ней, как отмечено в [5], содержатся два совершенно несопоставимых математических выражения, описывающих движение вагона на различных участках горки, где уменьшаемые справедливы для неидеальных связей, а вычитаемое, как формула для определения скорости скатывания тела по идеальной плоскости (связи) (см. формулу (3) в [7]).

Такой подход, как отмечено в [9], противоречит элементарным принципам решения инженерных задач теоретической механики:

*во-первых*, либо для простоты надо решать задачу для идеальной связи, не представляющей научной ценности и практической полезности;

*во-вторых*, либо для неидеальной связи, имеющей научный и практический интерес.

Иначе, ошибочность математической записи формулы (1) состоит в том, что ей

нельзя придать универсальный вид, как бы «механически» и/или «поверхностно» объединяя уменьшаемые и вычитаемое [5].

Вместе с тем, оговоримся [9], что уменьшаемая формулы (1) вместе с первым слагаемым необходима для определения скорости движения вагона на скоростных участках профиля горки, а вычитаемая в ней – для участков тормозных позиций (ТП).

Однако, особо подчеркнем, что на практике проектирования сортировочной горки и/или в литературных источниках [14 – 21] формула (3), вопреки рекомендациям авторов статьи [4] (см. первый и второй абзацы последней колонки на стр. 36 в [4]), на практике не применяется.

На наш взгляд, причина отсутствия применимости формулы (3) состоит в том, что скорость выхода вагона из парковой тормозной позиции (ПТП или ЗТП)  $v_{ктЗ}$ , согласно табл. 2 в [23], также является «жёстко» фиксированной величиной, равной 1,38 м/с (5 км/ч), чтобы не допустить явление соударения вагона «о группу стоящих вагонов» на сортировочном парке.

Обратим внимание на то, что инженерами-проектировщиками вовсе не применяется не только формула (3) и/или формула (30) в [15], но и формула (2), поскольку их просто нет в официальных нормативно-технических документах [18, 23], кроме как математически неудачно представленном, как бы, в универсальном виде формулы (2) в [4].

О выводе формулы (1) или (2) в [4]. Заметим, что вывод формулы (1) на основе теоремы об изменении кинетической энергии для несвободной материальной точки в конечной форме общеизвестен (см. формулу (30) на стр. 142 в [15]).

Однако, в уменьшаемом формулы (1) единица измерения уклона профиля пути  $i$  в ‰, приравнена к единице измерения удельного сопротивления движения  $w$  внесистемной единицы измерения в кгс/т (т.е. ‰ = кгс/т) (см. стр. 141 в [15], стр. 9 в [16]), что является недопустимым в теоретической и инженерной механике [24, 25].

## 2. Пример выполнения горочных расчётов

Для определения применимости (1) на всей протяженности профиля пути с различными уклонами ниже приводим результаты исследований по определению кинематических параметров вагона на различных участках горки. Так, например, определим скорости движения вагона на первом скоростном участке (СК1) по формуле (1).

Для примера рассмотрим первый скоростной участок (СК1) сортировочной горки. При этом будем учитывать силу попутного ветра малой величины  $F_{вх} \approx 3,2$  кН. Исходные данные таковы:  $G = 650$  сила тяжести груза на вагоне, кН;  $\sin\psi_1 = 0,05$  и  $\cos\psi_1 = 0,999$  – уклон профиля пути, рад., или  $i_1 = 50$  ‰;  $v_{нкл} = v_{нл} = 1,7$  – скорость входа вагона на первый скоростной участок горки (СК1) и/или скорость надвига вагона, м/с (см. табл.4.6 в [18]);  $g = 9,635$  – ускорение свободного падения тела с учетом массы вращающихся частей, вычисленное с относительной ошибкой расчёта  $\delta g \approx 0,184$  ‰ при  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>,  $n = 4$  шт.,  $Q = G_0 = 92,56$  тс и/или  $G = 908$  кН (согласно табл. 4.2 в [18] – это очень хороший бегун (ОХ)),  $\gamma = 0,00185$  (см. стр. 183 в [14]), м/с<sup>2</sup>;  $l_{ск1} = l_1 = 39,95$  – длина первого скоростного участка, м;  $F_{o1} = k_{o1}G \approx 0,001G = 0,908$  – сила основного сопротивления движению вагона на СК1 участка горки (где  $k_{o1} = 0,001$  – коэффициент, учитывающий сопротивление от силы трения качения со скольжением колёсной пары при учёте попутного ветра, в то время как,  $k_{o1} = \omega_{o1} = 0,5$  – основное удельное сопротивление движению очень хорошего бегуна (ОХ), кгс/тс (см. табл. 4.2 в [18]), кН;  $F_{св1} = k_{св1}G = 0,0005G = 0,454$  – сила сопротивления от воздушной среды и ветра (где  $k_{св1} = 0,0005$  – сопротивление от среды).

Иначе, здесь общее удельное сопротивление движению вагона, как отвлеченное число, согласно формуле (16) в [13]:

$$|w_1| = |k_{o1} + k_{св1}| = 0,0015.$$

Результаты расчёта [26], согласно последовательности расчета [13].

1) Согласно формуле (4) в [13] вычислим силу  $F_{x1}$ , способствующую скатыванию вагона на участке СК1, кН:

$$F_{x1} = G\sin\psi_1 + F_{вх}\cos\psi_1 = 908 \cdot 0,05 + 3,2 \cdot 0,999 = 48,569.$$

2) В общем случае сила сопротивления всякого рода на участке СК2 горки, рассчитанная по формуле (5) в [13], кН:

$$|F_{c1}| = F_{o1} + F_{св1} = (0,908 + 0,454) = 1,364.$$

Приведённая масса вагона с грузом  $M_{пр}$  с учётом момента инерции вращающихся частей  $J_C$ , вычисленная по формуле (2) в [13]:  $M_{пр} = 9,256 \cdot 10^4$  кг.

3) Результирующая сила, под воздействием которой происходит скатывание вагона по спускной части сортировочной горки  $\Delta F_7$ , вычисленная по формуле (3) в [13], кН:

$$|\Delta F_7| = F_{x1} - |F_{c1}| = 48,569 - 1,364 \approx 47,21.$$

4) Ускорение центра масс  $C_v$  вагона (здесь рисунок не приводится), вычисленное по формуле (1) в [13], м/с<sup>2</sup>:

$$a_1 = |\Delta F_7| \cdot 10^3 / M_{пр} = |47,21| \cdot 10^3 / (9,256 \cdot 10^4) = 0,51.$$

5) Рассчитаем ускорение при равноускоренном движении вагона на участке СК1 по формуле (1) в [13], подставив вместо  $M_{пр}$  значение  $M_{пр0}$ , м/с<sup>2</sup>:

$$a_{10} = |\Delta F_7| \cdot 10^3 / M_{пр0} = |47,21| \cdot 10^3 / (8,869 \cdot 10^4) = 0,532.$$

Относительная ошибка составляет  $\delta a_1 = 4,18 \approx 4,2$  ‰, что меньше, чем точность инженерных расчётов ( $\approx 5$  ‰).

6) Приводим результаты расчёта по формулам элементарной физики (9) – (12) в [13], возможность применения которых аналитически доказаны в [27] (см. формулы (16), (19) – (20)).

7) Подсчитаем время движения вагона по формуле (12) в [13] при начальной скорости и/или скорости входа вагона на участке СК1 горки  $v_{нл} = 1,7$  м/с и ускорение  $a_1 = 0,51$  м/с<sup>2</sup> при равноускоренном движении, рассчитанные по формуле (1) в [13] с учетом проекции силы попутного ветра  $F_{вх}$ :  $t_1 = 9,619$  с.

Вычислим скорость скатывания вагона по формуле (9) и/или, что одно и то же по (11) в [13], при начальной скорости и/или скорости входа вагона на участок СК1 горки  $v_{нл} = 1,7$  м/с,  $a_1 = 0,51$  м/с<sup>2</sup> и  $t_1 = 9,619$  с:

$$v_1 = 6,06 \text{ м/с и/или } v_7 \approx 27,9 \text{ км/ч.}$$

8) Выполним расчет скорости скатывания вагона до разделительной стрелки (С) первого скоростного участка горки (СК1) по формуле (2), м/с:

$$v_1 = \sqrt{v_{н1}^2 + 2g'(i_1 + |w_1|)10^{-3}l_1} =$$

$$= \sqrt{1,7^2 + 2 \cdot 9,635(50 - 15)10^{-3}39,95} = 6,343.$$

Относительная ошибка расчёта, выполненного по формулам (2) и (9) в [13], равна  $\delta v_1 \approx 4,0$  что мало.

Если за основное удельное сопротивление движению, согласно табл. 4.2 в [18], принять  $\omega_{ol} = 0,5$  кгс/тс для очень хорошего бегуна (ОХ), то скорость скатывания вагона  $v_{1o}$  до разделительной стрелки (С) на участке СК1, м/с:

$$v_{1o} = \sqrt{v_{н1}^2 + 2g'(i_1 + |\omega_{ol}|)10^{-3}l_1} =$$

$$= \sqrt{1,7^2 + 2 \cdot 9,635(50 - 0,5)10^{-3} \cdot 39,95} = 6,4.$$

Заметим, что при расчёте  $v_{1o}$  значения  $\omega_{ol}$  приняли без изменение, т. е.  $\omega_{ol} = 0,5$  кгс/тс.

Относительная ошибка расчёта, выполненного по формулам (2) и (9) в [13], равна  $\delta v_{1o} \approx 3,1$  %.

9) Выполним расчет скорости скатывания вагона до разделительной стрелки (С) на участке СК1 горки по формуле (2) с учетом проекции силы попутного ветра  $F_{вх}$  с учетом пояснений в формуле (14) в [13], м/с:

$$v_{x1} = \sqrt{v_{н1}^2 + 2g'(i_{x1} + |w_1|)10^{-3}l_1} =$$

$$= \sqrt{1,7^2 + 2 \cdot 9,635(53,515 - 15)10^{-3}39,95} = 6,552.$$

Относительная ошибка расчёта, выполненного по формулам (2) и (9) в [13], равна  $\delta v_{1в} \approx 0,81$  %, что ничтожно мало.

Очевидно, что для расчёта скорости скатывания вагона до разделительной стрелки (С) на участке СК1 горки учет любого варианта удельного сопротивления движению дает удовлетворительные результаты, приемлемые для инженерных расчетов.

10) Варьируя значение начальной скорости движения вагона  $v_{н1}$  в пределах от 1,7 до 2,0 м/с с шагом  $\Delta v_{н1} = 0,05$  м/с при  $w_1 \approx 1,5$  и  $i_1 = 50$  ‰ убеждаемся, что значение скорости скатывания вагона на расчётном участке  $v_1$  увеличивается с 1,7 по 6,429 м/с.

11) Если варьировать значение удельного сопротивления движению вагона  $w_1$  в пределах от 0,5 до 2,0 (отвлечённое число и/или безразмерная величина) с шагом  $\Delta w_1 = 0,25$  при  $v_{н1} = 1,7$  м/с и  $i_{4С} = 50$  ‰, то значение скорости скатывания вагона на расчётном участке  $v_1$  уменьшается с 6,403 по 6,312 м/с.

Графическое изменение  $v_1 = f(v_{н1})$  представлено на рис. 1.

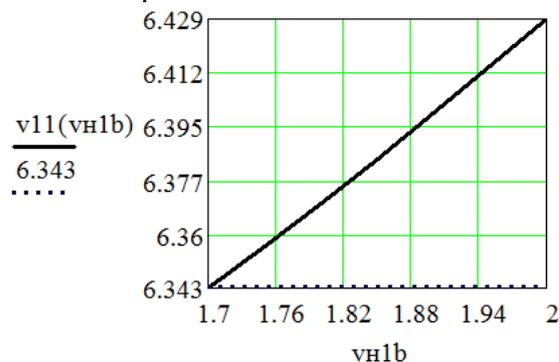


Рис. 1. Графическое изменение  $v_1 = f(v_{н1})$

Графическое изменение  $v_1 = f(w_1)$  представлено на рис. 2.

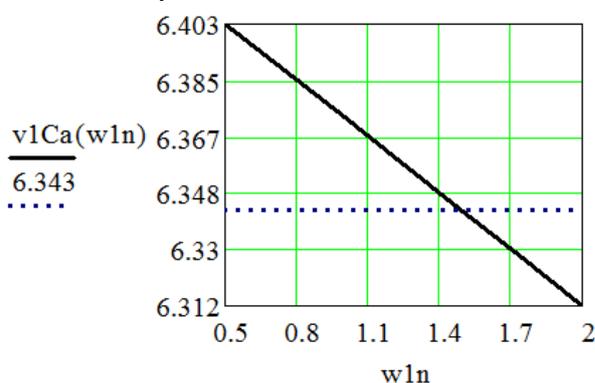


Рис. 2. Графическое изменение  $v_1 = f(w_1)$

12) Если же варьировать значение уклона пути  $i_1$  в пределах от 35,0 до 50,0 ‰ с шагом  $\Delta i_1 = 2,5$  ‰ при  $v_{н1} = 1,7$  м/с и  $w_1 = 1,499$  (безразмерная величина), то значение скорости скатывания вагона на расчётном участке  $v_1$  увеличивается с 5,355 по 6,343 м/с.

Графическое изменение  $v_1 = f(i_1)$  представлено на рис. 3.

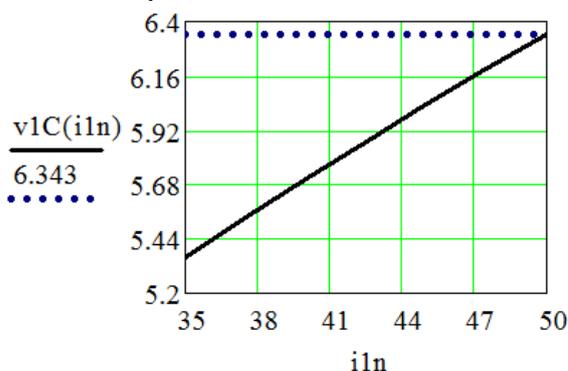


Рис. 3. Графическое изменение  $v_{4С} = f(i_{4С})$

### 3. Анализ результатов горочных расчётов

Анализируя результаты вычислений скорости скатывания вагона на первом скоростном (СК1) сортировочном пути горки, пришли к выводу о возможности применения при горочных расчётах формулы (1) для исследуемого участка горки. Однако следует иметь в виду, что для заданных исходных данных каждого  $i$  участка горки соотношения уклона пути  $i_i$  (например,  $i$  уменьшается от 50 до 0,6 ‰) и основного удельного со-

противления движению вагона  $w_i$  (например, на первом скоростном участке (СК1) и на промежуточном участке (ПР) до разделительной стрелки (С) горки:  $|w_1| = |w_4| = 0,0015$ ; на участке стрелочной зоны (СЗ) после второй стрелки (С2):  $|w_{6C2}| = 0,002246$ ; на участке первого сортировочного пути (СП1) горки:  $|w_7| = 0,001817$ ; на участке второго сортировочного пути (СП2) горки:  $|w_9| = 0,00175$ ) могут быть разными.

### Список литературы

1. Туранов Х.Т. Некоторые проблемы теоретических предпосылок динамики скатывания вагона по уклону сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации, 2015, № 3 (237). – С. 29 - 36. ISSN 2072-8115.

2. Рудановский В.М. О попытке критики теоретических положений динамики скатывания вагона по уклону сортировочной горки / В.М. Рудановский, И.П. Старшов, В.А. Кобзев // Бюллетень транспортной информации. 2016. № 6 (252). – С. 19-28. ISSN 2072-8115.

3. Туранов Х.Т. О попытке доказательства нового подхода к исследованию движения вагона по спускной части сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации, 2016, № 10 (256). – С. 19 - 24.

4. Позойский Ю.О. К вопросу движения вагона по уклону железнодорожного пути / Ю.О. Позойский, В.А. Кобзев, И.П. Старшов, В.М. Рудановский // Бюллетень транспортной информации. 2018. № 2 (272). – С. 35-38. ISSN 2072-8115.

5. Туранов Х. Т. Математическое описание движения вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Транспорт Урала. 2018. № 2 (57). С. 3-8. DOI: 10.20291/1815-9400-2018-2-3-8.

6. Туранов Х.Т. Выбор рационального режима роспуска «очень плохого бегуна» с сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, О.В. Молчанова // Транспорт:

наука, техника, управление. 2018, № 7. С. 9 - 13. ISSN 0236-1914.

7. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (Часть I) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации, 2018, №9 (279). С. 23-28. ISSN 2072-8115.

8. Туранов Х.Т. К критическому анализу теоретических положений движения вагона с сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джаббаров // Транспорт: наука, техника, управление. 2018, № 11. С. 26 - 31. ISSN 0236-1914.

9. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (часть II) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации. 2018. №12 (282). С. 12-18. ISSN 2072-8115.

10. Khabibulla Turanov, and Andrey Gordienko. Movement of a railway car rolling down a classification hump with a tailwind // MATEC Web of Conferences 216, 02027 (2018) Politransport Systems – 2018. 1-7 p.

11. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (Часть IV) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джаббаров // Транспорт: наука, техника, управление. 2019, № 1. С. 16 - 20. ISSN 0236-1914.

12. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (Часть V) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джаббаров // Бюллетень транспортной информации. 2019. №3 (285). С. 22-27. ISSN 2072-8115.



13. Туранов Х.Т. О движении вагона на скоростных участках сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Х.Х. Джаблилов // *Транспорт Урала*. 2019. № 1 (60). С. 18–23. DOI: 10.20291/1815-9400-2019-1-18-23. ISSN 1815-9400.
14. Образцов В.Н. Станции и узлы. ч. II / В.Н. Образцов. – М.: Трансжелдориздат, 1938. 492 с.
15. Земблинов С.В. Станции и узлы / С.В. Земблинов, И.И. Страковский. – М.: Трансжелдориздат, 1963. 348 с.
16. Парфёнов В.П. Сортировочные горки большой мощности: Пособие к курсовому и дипломному проектированию / В.П. Парфёнов, М.М. Филипов, М.М. Уздин, В.П. Павлов. – Л.: ЛИИЖТ, 1972. 80 с.
17. Акулиничев В.М. Расчёт и проектирование сортировочных горок большой и средней мощности: учебн. пособ. для вузов ж. – д. трансп. / В.М. Акулиничев, Л.П. Колодий. – М.: МИИТ, 1981. 61с.
18. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1 520 мм. – М.: ТЕХИНФОРМ, 2003. – 168 с.
19. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчёты): Учебное пособие для вузов ж. – д. трансп. / Н.В. Правдин, В.Г. Шубко, Е.В. Архангельский и др.; Под ред. Н.В. Правдина и В.Г. Шубко. – М.: Маршрут, 2005. 502 с.
20. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы): учебник / Н.В. Правдин, С.П. Вакуленко, А.К. Голович и др.; под ред. Н.В. Правдина. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. 1086 с.
21. Железнодорожные станции и узлы: учебник / В.И. Апатцев и др.; под ред. В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. 855 с.
22. Кобзев В.А. Технические средства сортировочных горок, обеспечивающие безопасность движения. Часть 1. Учебное пособие / В.А. Кобзев. – М.: МИИТ, 2009. 92 с.
23. Инструкция по расчёту максимально допустимой длины отцепа при роспуске на сортировочных горках (Утверждён 24.12.2012). – М.: ОАО «РЖД», 2012. 10 с.
24. Тимошенко С.П. Инженерная механика / С.П. Тимошенко, Д. Юнг. – М.: Машгиз, 1960. 507 с.
25. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Учебн. для тех. вузов / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. – СПб.: Изд-во «Лань», 1998. 768 с.
26. Макаров Е.Г. Mathcad: Учебный курс (+CD). – СПб.: Питер, 2009. 384 с.
27. S. Djaborov, K. Turanov, A. Gordienko S. Saidivaliev., Designing the height of the first profile of the marshalling hump // *E3S Web of Conferences*, Vol. 164, 03038 (2020), (SCOPUS).
28. S. Djaborov, K. Turanov, A. Gordienko, S. Saidivaliev. Movement of the wagon on the marshalling hump under the impact of air environment and tailwind // *E3S Web of Conferences*, Vol. 164, 03041 (2020), (SCOPUS).
29. Илесалиев Д.И. Обоснование этапности развития железнодорожного участка ахангаран-тукимачи-сырдарьинская / Д.И. Илесалиев, С.Б. Сатторов, Ш.Г. Махматкулов // *Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник*. 2020. № 6. С. 15-23.
30. Туранов Х.Т. О неточности формулы воздушного сопротивления при движении вагона по профилю сортировочной горки / Х.Т. Туранов, Д.И. Илесалиев, Ш.У. Саидивалиев // *Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник*. 2021. № 1. С. 11-16.
31. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки / Туранов Х.Т., Илесалиев Д.И., Джаббаров Ш.Б., Саидивалиев Ш.У. // *Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник*. 2021. № 3. С. 47-53.



УДК (UDC) 656.21.001.2

## О НЕКОРРЕКТНОСТИ ФОРМУЛЫ ГОРОЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПРОЕКТИРУЕМЫХ УЧАСТКОВ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

### ON THE INCORRECTNESS OF THE FORMULA FOR HILL STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL CALCULATIONS OF THE DESIGNED SECTIONS OF THE GRADE HILL

Джаббаров Ш.Б., Саидивалиев Ш.У., Джалилов Х.Х.  
Jabbarov Sh.B., Saidivaliev Sh.U., Jalilov Kh.Kh.

Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)  
Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Аннотация.** В статье исследованы кинематические параметры движения вагона по наклонной плоскости с идеальной и неидеальной поверхностями. Доказано, что для неидеальных поверхностей формулы, используемые для равномерно ускоренного движения, не применимы для свободного падения. Установлено, что равноускоренное движение вагона с учётом момента инерции вращающихся масс возможно лишь при его движении по наклонной плоскости с неидеальной поверхностью

**Ключевые слова:** железная дорога, станция, сортировочная горка, вагон, идеальные и неидеальные поверхности, качение, скольжение, тормозная позиция.

**Abstract.** The article investigates the kinematic parameters of the movement of the car on an inclined plane with ideal and non-ideal surfaces. It is proved that for non-ideal bonds the formulas used for uniform accelerated motion are not applicable for free fall. It has been established that the uniformly accelerated movement of the car, taking into account the moment of inertia of the rotating masses, is possible only when it moves along an inclined plane with a non-ideal surface.

**Keywords:** railway, station, hump, wagon, ideal and non-ideal surfaces.

Дата принятия к публикации: 15.10.2000  
Дата публикации: 16.12.2000

Date of acceptance for publication: 15.10.2000  
Date of publication: 16.12.2000

#### Сведения об авторах:

**Джаббаров Ш.Б.** – PhD., и.о. доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Ташкентского государственного транспортного университета,  
e-mail: [shuhratassistant@gmail.com](mailto:shuhratassistant@gmail.com)

**Саидивалиев Ш.У.** – PhD., и.о. доцент кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета,  
e-mail: [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz)

**Джалилов Х.Х.** – исследователь кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Ташкентского государственного транспортного университета,  
e-mail: [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz)

#### Authors' information:

**Jabbarov Sh.B.** – PhD., acting Associate Professor of the Department "Wagons and Carriage Facilities", Tashkent State Transport University,  
e-mail: [shuhratassistant@gmail.com](mailto:shuhratassistant@gmail.com)

**Saidivaliev Sh.U.** – PhD., acting Associate Professor of the Department of Transport and Cargo Systems, Tashkent State Transport University  
e-mail: [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz)

**Jalilov Kh.Kh.** - Researcher of the department "Wagons and wagon economy", Tashkent State Transport University  
e-mail: [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz)

## 1. Введение

Настоящая статья является продолжением серии публичной дискуссии [1 – 14], посвященной критической оценке существующих теоретических положений горочных конструктивных и технологических расчётов

проектируемых участков сортировочной горки [15 – 26]. Она посвящена обсуждению корректности формулы (2) в [4], которая «может применяться для расчётов на любых участках [25] с уклоном  $i$  сортировочной горки с учетом наличия конкретных величин сопротивления движению  $w$  и тормозных ха-

рактических характеристик  $h_T$ », якобы имеющей развернутый универсальный вид:

$$v_k^2 = v_n^2 + 2g'(i - w)10^3 \cdot l - 2g'h_T, \quad (1)$$

где  $v_k$  – скорость вагона в конце расчетного участка горки м/с;  $v_n$  – скорость вагона в начале расчетного участка горки и/или максимально допустимая скорость входа вагона на вагонные замедлители [27] м/с;  $g'$  – ускорение свободного падения тела с учетом массы вращающихся частей, м/с<sup>2</sup>;  $i$  – уклон профиля пути в промилле (т.е. ‰);  $w$  – удельное сопротивление движению, которое отражает параметры обобщенных характеристик современного вагонного парка и сортировочных путей кгс;  $l$  – длина расчетного участка горки м;  $h_T$  – мощность тормозных характеристик (согласно табл. 2 в [24] мощность тормозных средств  $M_{TC}$ ) от горба горки до парковой тормозной позиции, зависящая от типа и количества замедлителей мЭВ.

По мнению авторов статьи [4] «необходимо и правомерно в дальнейшем сравнивать с формулой (2) в [4] любые новые предлагаемые расчетные модели движения вагонов» (см. второй абзац последней колонки на стр. 36 в [4]). Если формула (2) в [4] окажется математически обоснованной, то она, несомненно, обогащает теорию существующих теоретических положений горочных конструктивных и технологических расчетов проектируемых участков сортировочной горки [15 – 26], а если окажется ошибочной, то она может внести допущения в теорию горочных расчетов.

Для удобства анализа формулы (2) в [4] представим в (1) отдельно уменьшаемые и вычитаемое в виде:

$$v_k^2 = v_n^2 + 2g'(i - w)10^3 \cdot l; \quad (2)$$

$$v_{kt}^2 = v_{nt}^2 - 2g'h_T, \quad (3)$$

где  $v_{kt}$  – скорость вагона после оттормаживания, м/с;  $v_{nt} = [v_{вх}] = [v_{вз}]$  – максимально допустимая скорость входа вагона на вагонные замедлители [27], м/с.

В настоящей статье отметим некорректность вывода вычитаемого в формуле (2) в [4] и/или формулы (3).

## 2. О некорректности вывода вычитаемого в формуле (3)

Для обоснования неточности вывода вычитаемого в формуле (2) в [4] и/или формулы (3) примем следующее *особое* допущение. Предположим, что на участках тормозных позиций (ТП) горки скольжение колес колесных пар вагона по поверхностям катания рельсовых нитей и обода колес по тормозным шинам вагонного замедлителя происходят из-за того, что вагон входит в зону затормаживания ТП исключительно с начальной скоростью  $v_{ni}$  и/или со скоростью выхода вагона из предыдущего участка спускной части горки  $v_{вых.(i-1)} = v_{ni}$ , пренебрегая при этом проекцией силы тяжести вагона с грузом  $G_x = G \sin \psi$  на направление рельсовых нитей, хотя это неверно, и воздействием силы попутного и/или встречного ветра  $F_{вх}$ .

Исходя из этого, используя математическую запись теоремы об изменении кинетической энергии для несвободной материальной точки в конечной форме теоретической механики (см. стр. 315 в [28], формулу (62.3) в [29]) применительно к участкам тормозных позиций формулу (4) можно представить в виде, учитывая, что для малых углов  $\psi_i$  (применительно к профилю спускной части горки  $0,05 \leq \psi_i \leq 0,0006$  рад.),  $\cos \psi_i = 1$ :

$$v_{tki}^2 = v_{ni}^2 - 2g'f_{тр}l_{ти}. \quad (4)$$

где  $v_{ni}$  и  $v_{ki}$  – начальная и конечная скорости движения вагона в зоне затормаживания тормозной позиции м/с;  $g'$  – ускорение свободного падения с учётом инерции вращающихся частей [2, 4, 15 – 23, 25, 26], хотя учёт массы вращающихся частей в зоне затормаживания вагона недопустим и/или ошибочен. При выполнении горочных конструктивных и технологических расчетов следовало бы не учитывать момент инерции вращающихся частей вагона без ущерба на точность результатов вычислений с относительной ошибкой 1,8 ‰;  $f_{тр} = 0,25$  – коэффициент трения для стальных колёс вагона [30];  $l_{ти}$  – путь торможения вагона в зонах затормаживания (ЗТ)м.

Путь торможения  $l_{ти}$  вагона в зонах затормаживания (ЗТ) на участках тормозных

позиций (ТП) можно выразить соотношением (см. формулу (8) в [13]):

$$l_{Ti} = \frac{h_{Ti}}{i_{Ti}}, \quad (5)$$

где  $h_{Ti}$  – высота участка зоны затормаживания, определяемая по данным  $l_{Ti}$ , которая подлежит отысканию, и  $i_{Ti}$ , а, согласно пп. 6.4 в [22], это потребная расчётная мощность тормозных позиций и/или нормируемая величина, т.е.  $h_{Ti} = [h_{Ti}]$ ;  $i_{Ti}$  – уклон участка тормозных позиций, рад., принимаемый согласно рекомендации [17, 22]. Например, для первой тормозной позиций (1ТП) –  $0,012 \leq i_{T1} \leq 0,015$ , для второй (пучковой) тормозной позиций (2ТП) –  $0,010 \leq i_{T2}$  и для парковой (пучковой) тормозной позиций (3ТП) –  $0,0015 \leq i_{T3}$ .

С учетом (5) формуле (4) придадим вид:

$$v_{ki}^2 = v_{ni}^2 - 2g'f_{\text{тр}} \frac{h_{Ti}}{i_{Ti}}. \quad (6)$$

Как видно, формула (6) существенно отличается от формулы (4) и/или вычитаемой формулы (2) в [4], наличием уклона участка тормозных позиций  $i_{Ti}$  и коэффициента трения скольжения  $f_{\text{тр}}$  поверхностей катания колес и рельсовых нитей, а также контактирующих поверхностей обода колес и тормозных шин вагонного замедлителя, что и требовалось отметить как некорректность вывода формулы (3), умалчивая о математической записи формулы (2) в [4] в универсальном виде.

Ошибка вычитаемого в формуле (2) в [4] состоит в том, что (см. также в [5]):

*во-первых*, в использовании несовместимой по физическому смыслу понятия *идеальной* связи к решению задачи для *неидеальной* связи (см. [7]), каковыми являются рельсовые нити, поскольку это противоречит классическим принципам теоретической механики [28, 29];

*во-вторых*, в ней ускорение свободного падения  $g$  найдено с учетом инерции вращающихся частей  $g'$ , что особенно недопустимо для участков тормозных позиций, если учесть, что авторы статьи [4], видимо, остановились на принципиально важных вопросах контраргументов (см. первый абзац первой колонки на стр. 36 в [4]);

*в-третьих*, в ней пренебрегли коэффициентом трения скольжения  $f_{\text{тр}}$  поверхностей катания колес и рельсовых нитей, а также трением обода колес о поверхности тормозных шин вагонного замедлителя, умалчивая о принадлежности рельсовых нитей к неидеальным связям.

Как видно, в рекомендованном для сравнения при выполнении горочных конструктивных и технологических расчетов по ошибочной формуле (4) линейное ускорение при равнозамедленном движении вагона в зоне затормаживания на участках ТП с некорректно включенного в нее вычитаемом формулы (2) в [4], как и в формуле (3) для идеальной связи, зависит лишь от удвоенной величины ускорения свободного падения тела с учетом инерции вращающихся частей  $g'$ , которое применимо к идеальной связи (см. третий абзац последней колонки на стр.36 в [4]), т.е.

$$a_{\text{кт}} = f(2g'), \quad (7)$$

в то время как, согласно формуле (4), оно должно зависеть ещё от коэффициента трения скольжения  $f_{\text{тр}}$  контактирующих поверхностей, как неидеальных связей (для сравнения см. соотношение (8) в [5]), т.е.

$$a_{\text{кт}} = f(2g', f_{\text{тр}}). \quad (8)$$

Отсюда очевидным становится то, что результаты аналитических исследований по доказательству некорректности математической записи формулы (2) в [4] в универсальном виде, позволяют утверждать о необходимости и правомерности применения для горочных конструктивных и технологических расчётов в зоне затормаживания тормозных позиций:

– для расчёта времени затормаживания  $t_{\text{зати}}$  вагона формулу (10) в [5] и следующих формул (здесь вывод этих формул опущен)

$$t_{Ti} = \frac{v_{\text{н.ти}}}{g(f_{\text{тр}} \cos \psi_i - \sin \psi_i)} \text{ сек} \quad (9)$$

$$t_{Ti} = \frac{v_{\text{н.ти}}}{|a_{Ti}|}, \quad (10)$$

где  $|a_{Ti}|$  – ускорение вагона с замедлением в зонах затормаживания вагонного замедлителя:

$$|a_{Ti}| = g(i_{\text{т0.ти}} - |w_{Ti}|) \text{ м/с}^2 \quad (11)$$

с учетом того, что в ней обозначено:

$g$  – ускорение свободного падения тела;  $i_{т0,xi}$  – безразмерная величина, условно характеризующая обозначение уклона профиля горки на участках ТП при учете воздействия проекции силы попутного ветра  $F_{вх}$  в долях от силы тяжести вагона с грузом совместно с невращающимися частями (тележка, кузов вагона)  $G_1$ ;

$|w_{тi}|$  – отвлечённое число и/или безразмерная величина, условно характеризующая обозначение удельного сопротивления движению всякого рода в зонах затормаживания на участках ТП в долях от силы  $G_1$ ;

– для вычислений пути торможения  $l_{тi}$  вагона с приемлемой для инженерных расчётов точностью (до 10 %) может быть найден также формулу (7 а), (11) в [5], (7) в [11] и следующие формулы (здесь вывод этих формул опущен)

$$l_{тi} = v_{н.тi} t_{тi} + \frac{1}{2} g (\sin \psi_i - f_t \cos \psi_i) t_{тi}^2, \quad (12)$$

$$l_{тi} = \frac{v_{н.тi}^2}{2g(f_t \cos \psi_{тi} - \sin \psi_{тi})}. \quad (13)$$

Отсюда ясно очевидность неподкрепленного ни аналитически ни, тем более, расчетами мнения авторов статьи [4] о том, что «формула (2) в [4] может применяться для расчётов на любых участках с уклоном  $i$  сортировочных горок с учётом наличия конкретных величин тормозных характеристик  $h_{тi}$ » (см. первый абзац последней колонки на стр. 36 в [4]) является некорректным.

Как видно, недоказательное утверждение авторов статьи [4] о том, что «необходимо и правомерно в дальнейшем сравнивать с формулой (2) в [4] любые новые предлагаемые расчётные модели движения вагонов», (см. второй абзац последней колонки на стр. 36 в [4]).

Для примера выполним сравнительный расчёт скорости скольжения вагона на участках тормозных позиций (ТП) по корректной формуле (4) и по некорректной формуле (3), как вычитаемом в формуле (2) в [4].

### 3. Обсуждение результатов

Для примера исследуем участок второй тормозной позиции (2ТП). Исходные данные

таковы:  $v_{н2т} = 3,879$  – скорость входа вагона для примера на участок 2ТП (принято из результатов расчёта предыдущих участков), м/с;  $g = 9,611$  – ускорение свободного падения тела с учетом массы вращающихся частей (при  $G_1 = 794$  кН и/или 80,94 тс), м/с<sup>2</sup>;  $h_{т2} = 2,6$  – мощность участка 2ТП (согласно пп. 6.4 в [22]) потребная расчётная мощность для второй (пучковой) тормозной позиции на горке ГБМ  $h_{т2} \geq 2,5$  м.э.в. при входе на эту тормозную позицию очень хорошего бегуна при наибольшей допустимой скорости входа  $v_{вх} = 7,0$  м/с и  $h_{т2} \geq 3,2$  м.э.в. – при  $v_{вх} = 8,0$  м/с;  $i_2 = 0,010$  – уклон участка 2ТП горки, рад.

*Результаты расчёта* [31]. 1) Вычисление скорости скольжения вагона при затормаживании по формуле (4) и/или (6), а также по формуле (3) и/или по вычитаемой формулы (2) в [4] дают комплексный результат, м/с:  $v_{т2} = I(v_{т2}) = 0,511i$  – мнимые части чисел  $v_{т2}$  ( $i$  – мнимая единица, поскольку  $i^2 = -1$ ) [32];  $v_{т21} = I(v_{т21}) = 6,113i$ , что подтверждают нецелесообразность их использования в горочных расчётах.

2) Скорость скольжения вагона  $v_{т2}$ , подсчитанная по формуле (3) и/или по вычитаемой формулы (2) в [4] при скорости входа вагона на исследуемый участок 2ТП  $v_{вх.2} < 3,4705$ , равна 0,025 м/с.

3) При вариации значения начальной скорости движения вагона  $v_{н2т}$  в пределах от 3 до 5,0 м/с шагом  $\Delta v_{н2т} = 0,125$  при  $f_{iск} = 0,25$  (коэффициент трения скольжения) и  $i_{2т} = 10$  ‰, можно предвидеть изменение  $v_{т02} = f(v_{н02т})$ , график которого представлен на рис. 1.

Из графика видно, что значение скорости скольжения вагона на расчётном участке  $v_{2т}$ , вычисленное по формуле (4), имеет место только, начиная с  $v_{н2т} = 3,9237$  м/с, где  $v_{2т} = 0,021$  м/с, а при  $v_{н2т} < 3,938$  м/с получается комплексный результат:  $v_{2т} = I(v_{2т}) = 0,019i$  м/с – мнимые части чисел  $v_{2т}$  (где  $i$  – мнимая единица [32]).

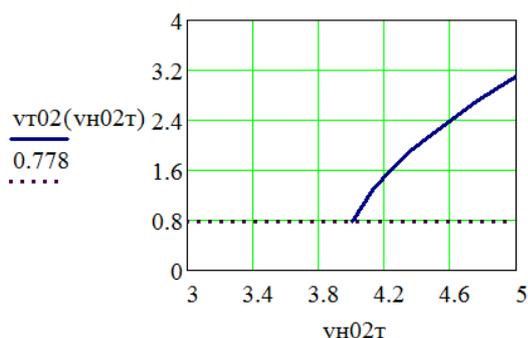


Рис. 1. Графическое изменение  $v_{т02} = f(v_{н02т})$

При  $v_{н2т} \geq 3,924$  м/с происходит увеличение скорости скольжения вагона в зоне затормаживания на участке второй тормозной позиций  $v_{2т}$ .

Таким образом, результаты выполненных примеров расчета скорости движения вагона в зоне затормаживания на участках тормозных позиции основательно подтверждают использование формулы (4) и/или (5) (и/или вычитаемого в (2) в [4]) в горочных расчётах бессмысленным.

### Выводы

Анализируя результаты вычислений скорости скатывания вагона на первом скоростном (СК1) сортировочном пути горки, можно отметить о нецелесообразности примене-

### Список литературы

1. Туранов Х.Т. Некоторые проблемы теоретических предпосылок динамики скатывания вагона по уклону сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации, 2015, № 3 (237). – С. 29 - 36. ISSN 2072-8115.

2. Рудановский В.М. О попытке критики теоретических положений динамики скатывания вагона по уклону сортировочной горки / В.М. Рудановский, И.П. Старшов, В.А. Кобзев // Бюллетень транспортной информации. 2016. № 6 (252). – С. 19-28. ISSN 2072-8115.

3. Туранов Х.Т. О попытке доказательства нового подхода к исследованию движения вагона по спускной части сортировочной горки / Х.Т. Туранов,

ния при горочных расчётах формулы (2), как части формулы (2) (без некорректно включенного вычитаемого) в [4] для всех участков профиля горки.

Обобщая результаты анализа расчётных данных, выполненных на основе формулы (2) и/или уменьшаемого в (2) в [4], можно отметить, что эти расчётные данные подтверждают неверность её использования в горочных расчётах из-за незначительного влияния на величину скорости скатывания вагона удельного сопротивления движению вагона  $w_{т}$ .

Исходя из этого, можно констатировать, что аргументированность рассуждений авторов статьи [1, 3 – 14] о целесообразности внесения корректив в нормативно-технические документы по проектированию сортировочных устройств на железных дорогах [22] и в соответствующие разделы учебников для студентов железнодорожных вузов [15 – 20, 23, 25, 26], вряд ли требует дополнительных обсуждений среди широкого круга специалистов, занимающихся горочными конструктивными и технологическими расчётами.

А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации, 2016, № 10 (256). – С. 19 - 24.

4. Позойский Ю.О. К вопросу движения вагона по уклону железнодорожного пути / Ю.О. Позойский, В.А. Кобзев, И.П. Старшов, В.М. Рудановский // Бюллетень транспортной информации. 2018. № 2 (272). – С. 35-38. ISSN 2072-8115.

5. Туранов Х. Т. Математическое описание движения вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Транспорт Урала. 2018. № 2 (57). С. 3–8.

6. Туранов Х.Т. Выбор рационального режима роспуска «очень плохого бегуна» с сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, О.В. Молчанова // Транспорт: наука, техника, управление. 2018, № 7. С. 9 - 13.



7. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (Часть I) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации, 2018, №9 (279). С. 23-28. ISSN 2072-8115.
8. Туранов Х.Т. К критическому анализу теоретических положений движения вагона с сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джабборов // Транспорт: наука, техника, управление. 2018, № 11. С. 26 - 31. ISSN 0236-1914.
9. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (часть II) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации. 2018. №12 (282). С. 12-18. ISSN 2072-8115.
10. Khabibulla Turanov, and Andrey Gordienko. Movement of a railway car rolling down a classification hump with a tailwind // MATEC Web of Conferences 216, 02027 (2018) Politransport Systems – 2018. 1-7 p.
11. Туранов Х.Т. О подходе к определению некоторых кинематических параметров движения вагона на тормозных позициях сортировочных горок / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев // International Journal of Advanced Studies. 2018, Vol 8, №4. С. 122 - 136.
12. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (Часть IV) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джабборов // Транспорт: наука, техника, управление. 2019, № 1. С. 16 - 20. ISSN 0236-1914.
13. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки (Часть V) / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джабборов // Бюллетень транспортной информации. 2019. №3 (285). С. 22-27. ISSN 2072-8115.
14. Туранов Х.Т. О движении вагона на скоростных участках сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Х.Х. Джалилов // Транспорт Урала. 2019. № 1 (60). С. 18–23. DOI: 10.20291/1815-9400-2019-1-18-23. ISSN 1815-9400.
15. Образцов В.Н. Станции и узлы. ч. II / В.Н. Образцов. – М.: Трансжелдориздат, 1938. 492 с.
16. Федотов Н.И. Проектирование механизированных и автоматизированных сортировочных горок: пособие / Н.И.Федотов, А.М. Карпов. – Новосибирск: НИИЖТ, 1960. 123 с.
17. Земблинов С.В. Станции и узлы / С.В. Земблинов, И.И. Страковский. – М.: Всесоюз. изд.-полиграфич. объедин. МПС., 1963. 348 с.
18. Савченко И.Е. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Страковский; Под ред. В.М. Акулиничева, Н.Н. Шабалина – М.: Транспорт, 1980. 479 с.
19. Акулиничев В.М. Расчёт и проектирование сортировочных горок большой и средней мощности: учебн. пособ. для вузов ж. – д. трансп. / В.М. Акулиничев, Л.П. Колодий. – М.: МИИТ, 1981. 61с.
20. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / В.М. Акулиничев, Н.В. Правдин, В.Я. Болотный, И.Е. Савченко. Под ред. В.М. Акулиничева. – М.: Транспорт, 1992. 480 с. (С.207 – 253).
21. Prokop, J & Myojin, Sh. Desing of Hump Profile in Railroad Classification Yard. Memoirs of the Faculty of Engineering. Okayama University. 1993. Vol. 27. No. 2. P.41-58.
22. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1 520 мм. – М.: ТЕХИНФОРМ, 2003. – 168 с.
23. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчёты): Учебное пособие для вузов ж. – д. трансп. / Н.В. Правдин, В.Г. Шубко, Е.В. Архангельский и др.; Под ред. Н.В. Правдина и В.Г. Шубко. – М.: Маршрут, 2005. 502 с.
24. Инструкция по расчёту максимально допустимой длины отцепа при роспуске на сортировочных горках (Утверждён 24.12.2012). – М.: ОАО «РЖД», 2012. 10 с.



25. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы): учебник / Н.В. Правдин, С.П. Вакуленко, А.К. Голович и др.; под ред. Н.В. Правдина и С.П. Вакуленко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. 1086 с.

26. Железнодорожные станции и узлы: учебник / В.И. Апатцев и др.; под ред. В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. 855 с.

27. Кобзев В.А. Технические средства сортировочных горок, обеспечивающие безопасность движения. Часть 1. Учебное пособие / В.А. Кобзев. – М.: МИИТ, 2009. 92 с.

28. Суслов Г.К. Теоретическая механика / Г.К. Суслов. Под редакцией Н.Н. Бухгольца и В.К. Гольцмана. – М. – Л.: ГИТТЛ, 1946. – 647 с.

29. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Учебн. для тех. вузов / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. – СПб.: Изд-во «Лань», 1998. 768 с.

30. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1998. 416 с.

31. Расчёты и проектирование железнодорожного пути: Учебник для студентов вузов ж.д. трансп. / В.В. Виноградов, А.М. Никонов, Т.Г. Яковлева и др.; Под ред. В.В. Виноградова и А.М. Никонова. – М.: Маршрут, 2003 486 с.

32. Макаров Е.Г. Mathcad: Учебный курс (+CD). – СПб.: Питер, 2009. 384 с.

33. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов: Учебн. пос. / И.Н.Бронштейн, К.А. Семендяев. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009. 608 с.

34. Туранов Х.Т. О неточности формулы воздушного сопротивления при движении вагона по профилю сортировочной горки / Х.Т. Туранов, Д.И. Илесалиев, Ш.У. Саидивалиев // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2021. № 1. С. 11-16.

35. Туранов Х.Т. Критический анализ теоретических положений движения вагона с сортировочной горки / Туранов Х.Т., Илесалиев Д.И., Джаббаров Ш.Б., Саидивалиев Ш.У. // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2021. № 3. С. 47-53.



УДК (UDC) 656.21.001.2

## КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ БЛОК-ПОЕЗДОВ

### CONCEPT FOR FORMATION OF CONTAINER BLOCK TRAINS

Исматуллаев А.Ф., Светашев А.А., Шихназаров Ж.А.  
Ismatullaev A.F., Svetashev A.A., Shikhnazarov Zh.A.

Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)  
Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Аннотация.** В статье приведены основные понятия контейнерного терминала, также приведен конкретный пример накопления вагонов на терминале. Определены параметры участвующие в процессе формирования контейнерных блок поездов. Также в работе приведена обоснованность бронирования при покупке места в контейнере по принципу продажи места (билета) в АСУ Экспресс-3, что в свою очередь позволит исключить несанкционированное скопление контейнеров по прибытию их на терминальный комплекс и исключит простой готовых поездов.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, контейнерный терминал, терминальный комплекс, блок-поезд, контейнеро-часы, контейнеро-место, интервал между подачами.

**Дата принятия к публикации:** 09.09.2021  
**Дата публикации:** 23.12.2021

#### Сведения об авторах:

**Исматуллаев А.Ф.** – PhD., ассистент кафедры «Организация движения на транспорте», Ташкентского государственного транспортного университета

**Светашев А.А.** – к.т.н., доцент кафедры «Организация движения на транспорте», Ташкентского государственного транспортного университета

*e-mail:* [aleksandr-svetashev@bk.ru](mailto:aleksandr-svetashev@bk.ru)

**Шихназаров Ж.А.** – аспирант кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета

*e-mail:* [jamol.alisherovich@mail.ru](mailto:jamol.alisherovich@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the basic concepts of a container terminal, as well as a specific example of the accumulation of wagons at the terminal. The parameters involved in the process of formation of container block trains are determined. The paper also shows the validity of booking when buying a seat in a container on the principle of selling a seat (ticket) in the Express-3 automated control system, which in turn will allow to exclude unauthorized accumulation of containers upon their arrival at the terminal complex and exclude idle time of ready trains.

**Keywords:** railway transport, container terminal, terminal complex, block train, container clock, container place, interval between deliveries.

**Date of acceptance for publication:** 09.09.2021  
**Date of publication:** 23.12.2021

#### Authors' information:

**Ismatullaev A.F.** – PhD., assistant of the department “Organization of traffic in transport”, Tashkent State Transport University

**Svetashev A.A.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department “Organization of Traffic in Transport”, Tashkent State Transport University

*e-mail:* [aleksandr-svetashev@bk.ru](mailto:aleksandr-svetashev@bk.ru)

**Shikhnazarov Zh.A.** - Post-graduate student of the department “Transport and cargo systems”, Tashkent State Transport University

*e-mail:* [jamol.alisherovich@mail.ru](mailto:jamol.alisherovich@mail.ru)

## Введение

Контейнерный терминал, относительно новое слово в перевозочном процессе. Контейнерный терминал – это комплекс складов, административных и иных зданий, портов (если они есть), специализированных погрузо-разгрузочных и внутритерминальных транспортных средств, железнодорожных, автомобильных дорог. Предназначение контейнерных

терминалов заключается в том, чтобы обрабатывать грузопотоки в контейнерах и осуществлять отправку поездов между другими контейнерными терминалами [1, 2].

Процесс накопления контейнеров на терминале, так же как процесс накопления вагонов на любой другой станции, является случайным и сложным процессом, и повлиять на этот процесс достаточно трудно. Ведь работа контейнерного терминала напоминает принцип

конвейера, кто первым пришел, тот должен первым и уйти [5].

На практике деятельности контейнерных терминалов нередко возрастает спрос на обслуживание погрузки или разгрузки контейнеров при ограниченных возможностях системы средств подъемно-транспортных оборудований, то есть когда пропускная способность погрузочно-разгрузочного участка автомобильного транспорта не способна удовлетворить все поступающие требования в виде контейнеровозов [3, 4]. При этом задача достижения минимальных логистических издержек заключается в установлении рационального соотношения между количеством обслуживающих устройств и интенсивностью поступающих требований.

В большинстве исследованных терминалов при выборе подъемно-транспортных оборудований исходят из математических формул. Такой подход приводит к простоям автотранспорта, а в ряде случаев – простоям подъемно-транспортных машин. В связи с чем, в данном исследовании ставится задача применения теории массового обслуживания, позволяющей установить оптимальную продолжительность обслуживания контейнерного терминала.

## 1. Процесс накопления контейнеров на терминале

Рассмотрим конкретный пример накопления контейнеров на терминале. После того, как груз был произведен и упакован в соответствующую тару, его необходимо доставить для потребителя. Уже готовый груз загружается в контейнеры, и эти контейнеры доставляются в контейнерный терминал автомобильным или железнодорожным транспортом с определенным интервалом, после чего происходит процесс накопления, при котором готовые контейнеры ждут своей очереди для дальнейшей отправки. В тот момент, когда накапливается необходимое количество контейнеров, их формируют в контейнерный блок-поезд и весь процесс повторяется снова.

Также возникает неравномерность при поступлении (или отправки) контейнеров, которая образуется вследствие не согласованной работы железнодорожного и автомобильного

транспорта. Исключить эту неравномерность можно лишь организовав своевременную работу по подводу (и уборки) контейнеров на различные виды транспорта.

Контейнерные блок-поезда отправляются из контейнерного терминала по согласованности или по четкому расписанию. Отправление по расписанию блок-поезда осуществляется строго по времени, установленному в начале года. Планирование и организация контейнерных блок-поездов по согласованности осуществляется по готовности поезда и предусматривается за 6 часов до отправления.

Среднее время нахождения местного контейнера на контейнерном терминале  $t_{мпн}$  состоит из времён:

- от поступления местного контейнера по железнодорожному транспорту на контейнерный терминал до отгрузки его автотранспортом  $t_{np}$ ;

- нахождение контейнера на автотранспорте (контейнеровозе)  $t_a$ ;

- от поступления местного контейнера автотранспортом до отгрузки его по железнодорожному транспорту  $t_{ом}$ .

Время  $t_{np}$  можно определить из графика на рис.1.

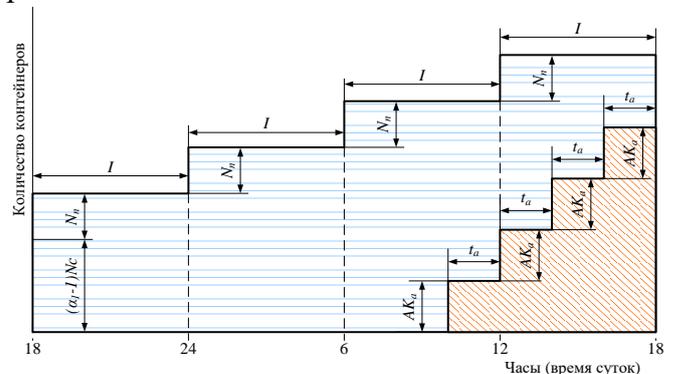


Рис. 1. График изменения контейнеро-часов накопления прибывших контейнеров на контейнерном терминале

Контейнеро-часы нахождения контейнеров от прибытия до завоза автотранспортом для отправления  $N_c \cdot t_{np}$  (площадь  $S_{np}$ , заштрихованная прямыми линиями) увеличиваются прямо пропорционально количеству контейнеров в подаче  $N_n$ , интервалу между подачами вагонов  $I$ , а также остатку не вывезенных (из-за неравномерности работы железнодорожного и автомобильного транспорта) контейнеров

$(\alpha_1 - 1) \cdot N_c$  (где  $\alpha_1$  – коэффициент неравномерности по прибытию,  $N_c$  – среднесуточное прибытие контейнеров) и уменьшаются обратно пропорционально количеству контейнеров, вывозимых автотранспортом  $A \cdot K_a$  в каждой езде ( $A$  – количество,  $K_a$  – вместимость автомобиля в контейнерах), и продолжительность ездки  $t_n$  (площадь  $S_{выва}$ , заштрихованная косыми линиями).

$$S_{np} = 24(\alpha_1 - 1)N_c + N_n I + 2N_n I + 3N_n I + \dots + xN_n I = 0,5x(x+1) \cdot N_n I, \quad (1)$$

где  $x$  – число подач вагонов

Площадь

$$S_{выва} = m \cdot A K_a t_a + (m-1) A K_a t_a + (m-2) A K_a t_a + \dots + A \cdot K_a \cdot t_a = 0,5m(m-1) A K_a t_a, \quad (2)$$

где  $m$  – число ездки автомобиля.

Тогда

$$N_{ctnp} = 0,5x \cdot (x-1) \cdot N_n \cdot I + 24(\alpha_1 - 1) \cdot N_c - 0,5(m+1) \cdot A \cdot K_a \cdot t_a \quad (3)$$

Так как

$$N_{nx} = N_c \text{ и } m \cdot A \cdot K_a = N_c, \quad I_x = T_{kn}, \quad m \cdot t_a = T_a$$

где  $T_{kn}$  – продолжительность работы контейнерного терминала;

$T_a$  – продолжительность работы автомобилей,

$$\text{то } t_{np} = 0,5(T_{kn} - I) = 24(\alpha_1 - 1) - 0,5(T_a + t_a), \quad (4)$$

Значение  $S_{om}$  можно определить из графика, приведенного на рис. 2.

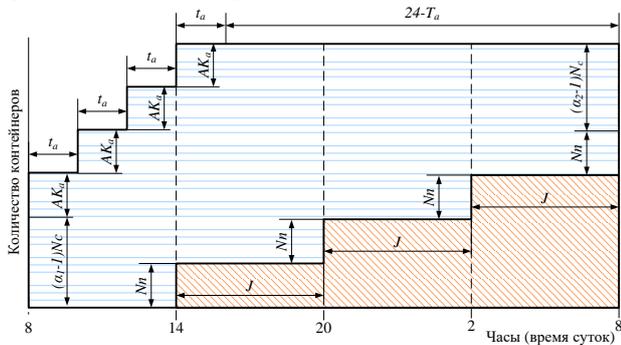


Рис. 2. График изменения контейнеро-часов нахождения на контейнерном терминале контейнеров, подлежащих отправлению

Контейнеро-часы нахождения контейнеров по отправлению  $N_{ctom}$  прямо пропорциональны количеству завозимых контейнеров в каждую ездку  $A K_a$ , времени поездки  $t_a$  и обратно пропорциональны времени работы автомобилей  $T_a$ , числу подач  $x$  и интервалу между подачами  $I$  (на рис. 2 площадь, заштрихованная прямыми линиями).

$$N_{ctom} = 24(\alpha_2 - 1) \cdot N_c + 0,5m \cdot (m-1) A \cdot K_a \cdot t_a + (24 - T_a) \cdot N_c + 24(\alpha_2 - 1). \quad (5)$$

Время

$$t_{om} = 0,5(T_a - t_a) + 24 - T_a - 0,5(T_{kn} - I) + 24(\alpha_2 - 1), \quad (6)$$

тогда среднее время нахождения местных контейнеров на контейнерном терминале составит:

$$t_{mkn} = t_{np} + t_a + t_{om} = 0,5(T_{kn} - I) + 0,5(T_a + t_a) + t_a + 0,5(T_a - t_a) + 24 - T_a - 0,5(T_{kn} - I) + 24(\alpha_2 - 1) + 24(\alpha_1 - 1), \quad (7)$$

Заменяв  $I$  через  $T_{kn}/x$  и произведя сокращение, получим:

$$t_{mkn}^M = \frac{T_{kn}}{x} + 24(2\alpha - 1) - T_a \quad (8)$$

Также в работе контейнерного терминала могут возникать затруднения из-за несогласованного подвоза и вывоза контейнеров, что в свою очередь приведет к тому, что одни контейнера будут вынуждены простаивать в ожидании прибытия их на терминал, а другие в ожидании отправки с терминала. Чтобы исключить возникновения «хаоса» на терминале, необходимо установить бронирование при покупке места в контейнере по принципу продажи места (билета) в АСУ Экспресс-3.

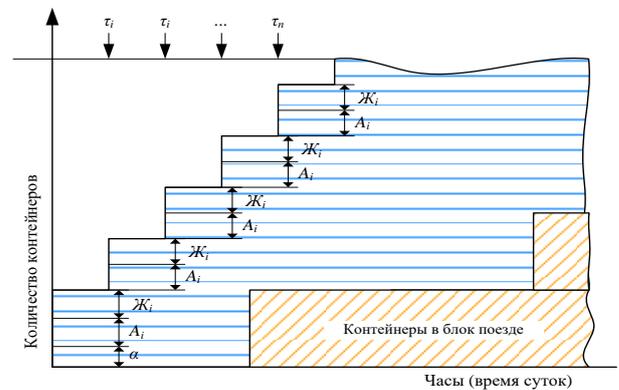


Рис. 3. График изменения контейнеро-часов нахождения на контейнерном пункте контейнеров, подлежащих отправлению в блок-поезде

Бронирование контейнеро-места, позволит в первую очередь исключить несанкционированное скопление контейнеров по прибытию их на терминальный комплекс, что также исключит простой готовых поездов. Также согласно бронированию контейнеро-места, можно отслеживать загруженность терминального

комплекса и организовывать равномерную работу.

Еще одним важным аспектом является то, что возможна повторная продажа освобожденного места на маршруте клиенту. В свою очередь это позволит планировать работу и выявлять «узкие» места в работе терминального комплекса.

## 2. Экономическая оценка эффективности организации контейнерных блок-поездов

Эффективность организации контейнерных блок-поездов определяется в процессе сопоставления результатов их функционирования и всех необходимых расходов, связанных с их поддержанием. Результаты от совершенствования доставки грузов контейнерными блок-поездами с точки зрения организации управления железнодорожными перевозками можно оценить на основе изложенных ниже составляющих экономической эффективности:

1. Экономическая эффективность за счёт сокращения потерь в поездной работе  $\mathcal{E}_n$  в связи с повышением уровня выполнения плана формирования и графика движения поездов:

$$\mathcal{E}_n = C \frac{\sum NL_{mp}}{100} \cdot 10^{-6}, \text{ млн. сум} \quad (9)$$

где  $C$  – величина потерь в поездной работе, приходящиеся на 100 поездо-км, млн. сум;  $\sum NL_{mp}$  – поездо-км грузового пассажирского движения на рассматриваемом полигоне в среднем в сутки.

2. Экономическая эффективность за счёт ускорения оборота фитинговых платформ  $\mathcal{E}_{ск}$  за счёт повышения маршрутной скорости:

$$\mathcal{E}_{ск} = U \cdot \Delta v \cdot e_{в-ч} \cdot 10^{-6} \text{ млн. сум} \quad (10)$$

где  $U$  – работа вагонного парка в среднем в сутки, ваг;  $\Delta v$  – ускорение оборота вагонов, час;  $e_{в-ч}$  – расходная ставка 1 ваг-час, млн. сум.

3. Экономическая эффективность за счёт повышения транзитности вагонопотоков  $\mathcal{E}_{mp}$ , при котором доставка грузов осуществляется в блок-поездах минуя технические станции:

$$\mathcal{E}_{mp} = n_{tex} \cdot U_{mp} \cdot (t_{mp}^{nep} - t_{mp}^{on}) \cdot e_{nep} \cdot 10^{-6} \text{ млн. сум}$$

где  $U_{mp}$  – среднесуточный транзитный вагонопоток;  $t_{mp}^{nep}$ ;  $t_{mp}^{on}$  – соответственно простой

фитинговых платформ с переработкой и без переработки на станциях, где имела место переработки вагонов, час;  $n_{tex}$  – количество технических станций на маршруте;  $e_{nep}$  – расходная ставка 1 ваг-час переработки вагонов, млн. сум

Суммарная экономическая эффективность от совершенствования доставки грузов в контейнерных блок-поездах составит:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_{ск} + \mathcal{E}_{mp} \text{ млн. сум} \quad (12)$$

Определение экономической эффективности на направлении Ташкент (Сергели, Ташкент-Товарная и Чукурсай) – Алтынколь приведено ниже:

1. Экономическая эффективность за счёт сокращения потерь в поездной работе  $\mathcal{E}_n$  на направлении Ташкент – Алтынколь (1302 км):

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_n &= C \frac{\sum NL_{mp}}{100} \cdot 10^{-6} = \\ &= 455000 \cdot \frac{39060}{100} \cdot 10^{-6} = 175,7 \end{aligned} \text{ млн. сум}$$

2. Экономическая эффективность за счёт ускорения оборота фитинговых платформ  $\mathcal{E}_{ск}$  за счёт повышения маршрутной скорости:

$$\mathcal{E}_{ск} = 92 \cdot (800 - 450) \cdot 3720 \cdot 10^{-6} = 119,7 \text{ млн. сум}$$

3. Экономическая эффективность за счёт повышения транзитности вагонопотоков  $\mathcal{E}_{mp}$ , при котором доставка грузов осуществляется в блок-поездах, минуя три технические станции (Чукурсай, Арысь, Шу):

$$\mathcal{E}_{mp} = 3 \cdot 92 \cdot (3,2 - 0,54) \cdot 70200 \cdot 10^{-6} = 51,5 \text{ млн. сум}$$

Суммарная экономическая эффективность от совершенствования доставки грузов в контейнерных блок-поездах на направлении Ташкент – Алтынколь составит:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_{ск} + \mathcal{E}_{mp} = 119,7 + 175,7 + 51,5 = \\ &= 346,9 \text{ млн. сум} \end{aligned}$$

Полученная экономическая эффективность от совершенствования доставки грузов в контейнерных блок-поездах даёт возможность судить о целесообразности организации контейнерного блок-поезда.

## Заключение

Высокая стоимость доставки грузов в контейнерных блок-поездах (за один контейнер-5540521,3 сум.) может создать ошибочное



представление, что перевозка другими видами контейнеров в поездах дешевле. Однако не все достоинства при формировании контейнерных блок-поездов можно оценить экономически: оборот контейнера при доставке блок поезда на 1,3 раза больше, тем самым доходы контейнера и вагонов тоже больше, контейнерные

блок-поезда обращаются между контейнерными терминалами, тем самым сокращая простой на переработку в пути следования и сокращения простоев в процессе накопления, ожидания и т.д.

### Список литературы

1. Братусь О. Ю., Иванцова Ю. А. Оптимизация процесса грузоперевозок: контейнерный терминал // E-Scio. 2020. №12 (51).
2. Гагарский Э. А., Кириченко С. А. Современные тенденции контейнерных перевозок в железнодорожно-морских сообщениях России // Проблемы Науки. 2016. №15 (57).
3. Илесалиев Д.И. Рациональное использование грузоподъемности и вместимости крытых вагонов при перевозке тарно-упаковочных грузов / Д.И. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2018. – № 2. – С. 107–113. – ISSN 2413-9920.
4. Мерганов А.М., Светашев А.А., Илесалиев Д.И. Рациональный способ размещения тарно-упаковочных грузов в автотранспортных средствах. Инновационный транспорт (Иннотранс) Научно-публицистическое издание № 3 (33), 2019 г.
5. Панков А.Н., Кудрявцев В.А., Кукушкина Я.В. Светашев А.А. «О составообразовании на сортировочных станциях» Ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал «Железнодорожный транспорт» № 3, 2016, с. 45-50.
6. Илесалиев Д.И. Использование различных схем расположения проходов склада тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // В сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. 2015. С. 174-176.
7. Pesaliev D., Avaz M. Research package efficiency general cargo. International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Т. 9. № 1. С. 6880-6884.
8. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 3 (44). С. 55-63.
9. Илесалиев Д.И. Увеличение массы партии грузов за счет рационального выбора транспортной тары / Д.И. Илесалиев // Известия Транссиба. 2018. № 2 (34). С. 21-29.
10. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 3 (44). С. 55-63.



УДК (UDC) 656.21.001.2

## КОНСТРУКЦИЯ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТ СКАЛЬНО-ОБВАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

### DESIGN OF PROTECTIVE STRUCTURES AGAINST ROCK AND SLAVING PROCESSES

Лесов К. С., Ортикбоев М.А.  
Lesov K.S., Ortikboev M.A.

Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)  
Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Аннотация.** В статье приведены факторы влияющие на бесперебойную работу инфраструктуры железнодорожного транспорта и разновидности противообвальных сооружений. Рассмотрены основные параметры при изучении камнепадных процессов и проектировании сооружений инженерной защиты территорий. Предложены современные технологичные, экономичные и долговечные противокаменепадные барьеры, которые минимально воздействуют на окружающую среду в процессе их установки.

**Ключевые слова:** камнепад, система защиты, траектория камнепада, галерея, контрфорсы, улавливающие сооружения.

**Дата принятия к публикации:** 18.08.2021  
**Дата публикации:** 15.12.2021

#### Сведения об авторах:

**Лесов К.С.** – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой “Инженерия железных дорог”, Ташкентского государственного транспортного университета,

**Ортикбоев М.А.** – студент магистратуры Ташкентского Государственного транспортного университета

**Abstract.** The article presents the factors affecting the smooth operation of the railway transport infrastructure and the types of anti-landslide structures. The main parameters in the study of rockfall processes and the design of structures for engineering protection of territories are considered. Modern technological, economical and durable rockfall barriers are proposed, which have a minimal impact on the environment during their installation.

**Keywords:** rockfall, protection system, rockfall trajectory, gallery, buttresses, catch structures.

**Date of acceptance for publication:** 18.08.2021  
**Date of publication:** 15.12.2021

#### Authors' information:

**Lesov K.S.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Railway Engineering, Tashkent State Transport University,

**Ortikboev M.A.** - Master's student of the Tashkent State Transport University

### Введение

Инфраструктура железнодорожного транспорта – технологический комплекс, включающий в себя подсистемы железнодорожного транспорта, составные части подсистем и элементы составных частей подсистем инфраструктуры железнодорожного транспорта, обеспечивающие функционирование этого комплекса.

В природе можно различать две основные формы движения земляных масс (горных пород): медленное перемещение – скольжение, сползание и т.п. в виде оползней, сплывов и др. – и быстрое смещение–падение, опроки-

дывание, скатывание в виде обвалов, камнепадов, осыпей и т. д. В практике строительства и эксплуатации железнодорожных линий существенное значение имеют преимущественно горные обвалы – земляные, скальные и смешанные.

Противообвальные сооружения по своему назначению подразделяются на две группы.

1. Сооружения, применяемые для укрепления обвальных косоголов и откосов выемок, – противообвальные укрепительные сооружения.

2. Сооружения, служащие для защиты пути от горнообвальных явлений, – противообвальные защитные сооружения.

Для бесперебойной работы технологического комплекса влияют ряд факторов, одним из них считается климатический фактор внешней среды. Климатический фактор внешней среды включает в себя температуру, влажность воздуха, давление воздуха или газа (высота над уровнем моря), солнечное излучение, дождь, ветер, пыль (в том числе снежная), смены температур, соляной туман, иней, гидростатическое давление воды, действие плесневых грибов, содержание в воздухе коррозионно-активных агентов.

### 1. Система защиты от камнепадов

Система защиты от камнепадов является ключевым элементом при проектировании новых и обслуживании существующих участков автомобильных, железных дорог и других объектов, расположенных в горных районах. Наличие данных систем имеет прямое отношение к безопасной эксплуатации существующей инфраструктуры.

Изменчивый климат, антропогенное воздействие, сейсмические процессы, протекающие в недрах Земли, могут повлечь опасные последствия в форме схода обломков породы и земляных масс (рис. 1).

а)



б)



в)



г)



Рис. 1. Последствия неконтролируемого камнепада

а) Камнепады затрудняют движение в горных районах Британской Колумбии, Канада;

б) Разрушительный камнепад в результате землетрясения, Новая Зеландия; в) Каньон Clear Creek, Штат Колорадо, США; г) Камнепад в Таиланде.

### 2. Исследуемые параметры

Камнепад - обрушение крупных каменных глыб, обломков пород и просто свободное падение камней на горных склонах под действием силы тяжести. Причиной образования камнепадных процессов является отделение грунтовых масс от материнской породы в результате выветривания, землетрясения, размыва поверхностными и подземными водами, техногенного воздействия и т.д.

Одними из основных исследуемых параметров при изучении камнепадных процессов и проектировании сооружений инженерной защиты территорий являются траектория падения обломков породы и энергия воздей-

ствия камня на предполагаемую защитную конструкцию.

Вероятная *траектория камнепада* описывается следующими параметрами исследуемого склона и неустойчивых обломков породы:

- средний диаметр  $d$  обломков;
- объем и собственный вес неустойчивого массива;
- угол наклона откоса (склона);
- конфигурация (схема поперечного профиля) откоса (склона);
- физико-механические характеристики грунта.

Энергия воздействия камня на сооружение определяется экспериментально и зависит от следующих факторов:

1. объем обломков;
2. вес обломков;
3. скорость падения камней.

При этом ударная сила  $P_y$  обуславливается видом применяемой противообвальной конструкции. Так, к примеру, при использовании амортизирующей отсыпки  $P_y$  уменьшается с увеличением толщины сооружения.

При нахождении вышеперечисленных параметров важную роль играет конфигурация (схема поперечного сечения) склона, от которой зависит расчетная скорость движения обломков грунта.

### 3. Традиционные системы защиты территорий от камнепадов

Действующие нормы трактуют следующую классификацию противообвальных сооружений: удерживающие сооружения, предусматриваемые для предотвращения сдвига, обрушения, обвалов и вывалов грунтов при невозможности или экономической нецелесообразности изменения рельефа склона (откоса).

К ним относятся:

- контрфорсы - отдельные опоры, врезанные в устойчивые слои грунта, для подпирания отдельных скальных массивов;
- опояски - массивные сооружения для поддержания неустойчивых откосов;
- облицовочные стены - для предохранения грунтов от выветривания и осыпаний.

К ним можно отнести защитные покрытия из торкрет-бетона, набрызг-бетона и аэроцема (вспененного цементно-песчаного раствора);

- анкерные крепления - в качестве самостоятельного удерживающего сооружения в виде крепления отдельных скальных блоков к прочному массиву на скальных склонах (откосах).

- улавливающие сооружения и устройства (стены, габионы, сетки, валы, траншеи, надолбы), предусматриваемые для защиты объектов от воздействия осыпей, вывалов, падения отдельных скальных обломков, если устройство удерживающих сооружений или предупреждение камнепада путем удаления неустойчивых массивов невозможно или экономически нецелесообразно.

- противообвальные галереи.

Последние до недавнего времени считались необходимым и единственным техническим решением, направленным на защиту обвальных участков железнодорожных путей, автодорог, пешеходных маршрутов. И действительно, галереи из сборного, монолитного железобетона и штучных материалов во всем мире применяются как надежное инженерное сооружение (рис. 2).

К достоинствам описанного выше технического решения можно отнести следующие характеристики:

- широкая область применения (расчетная энергия удара 200-3000 кДж),
- возможность устройства амортизирующей отсыпки, позволяет смягчить эффект от удара.

В то же время, у противообвальных галерей имеется ряд недостатков:

- падающие обломки с энергией воздействия 5000-8000 кДж разрушают железобетонные конструкции галерей;
- огромные трудозатраты при возведении капитальных конструкций на склонах;
- вследствие трудозатрат высокая стоимость строительства;

капитальное строительство влечет за собой вмешательство в сложившуюся экологическую ситуацию на склоне.

На рисунке 2: а) Галерея на Кругобайкальской железной дороге (Россия); б) Галерея на Кругобайкальской железной дороге

(Россия); в) Противообвальная галерея (США); г) *DudleyWard Tunnel*, Гибралтар.

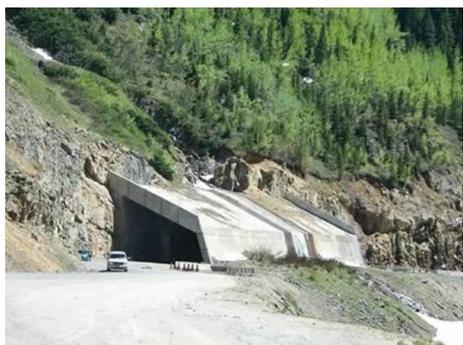
а)



б)



в)



г)



Рис. 2. Противообвальные галереи

#### 4. Гибкие противокамнепадные барьеры

Последние разработки в области защиты от камнепадов с помощью гибких улавливающих систем (гибких противокамнепадных барьеров) (рис. 3), позволяют обеспечить экономичную защиту даже на тех участках, где ранее это считалось невозможным либо слишком затратным.



Рис. 3. Гибкие противокамнепадные барьеры

Такое техническое решение имеет широкую область применения (рис. 4), что делает его альтернативой традиционным системам защиты склонов.

Барьеры способны поглощать удары с энергией до 8000 кДж, что сопоставимо с падением блока весом 20 метрических тонн на скорости более 100 км/ч.

Поглощающие характеристики барьеров получены путем натуральных испытаний, которые проведены при наиболее строгих условиях вертикального падения, в соответствии с Европейским нормативом ETAG 027 и Швейцарскими нормативами по типовым испытаниям противокамнепадных барьеров.

В дополнение к описанным выше достоинствам применения гибких решений для защиты территорий можно отнести:

- меньший объем работ, высокая скорость монтажа конструкций;
- легковесность;
- экономичность - отдельные элементы системы идеально согласованы между собой, что сводит к минимуму количество расходных материалов;
- экологичность - в отличие от массивных конструкций, гибкие барьеры не нарушают ландшафт.

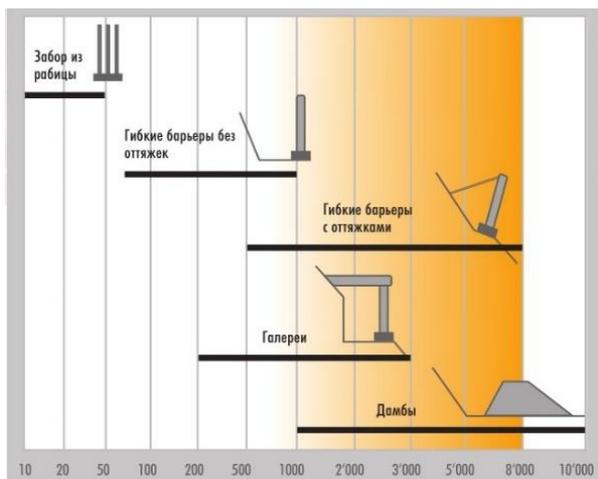


Рис. 4. Области применения систем защиты от камнепадов.

Расчетная энергия удара в кДж

### Список литературы

1. Мариничев М.Б., Макушева А.В. Защита территорий от камнепадных процессов: учеб. пособие /. Краснодар: Изд-во ИЦ МНИФ «Общественная наука», 2017. – 97 с.

2. Мариничев М.Б. Особенности расчета и конструирования современных противокамнепадных сооружений /. М.Б. Мариничев, А.В. Макушева, А.Ю. Баринев. ГеоРиск. – Москва, 2015. - №2. с.34.

3. Банова Н.Н., Кузнецова Л.И., Песов А.И., Штейн А.И. Методические рекомендации по проектированию и расчету защиты скально-обвальных откосов сетчатыми конструкциями. Москва., ОАО ЦНИИС, 2003, с. 88.

### Заключение

Освоение территорий со сложным рельефом часто сопряжено с необходимостью учета неблагоприятных природных воздействий, к числу которых относится камнепадный процесс.

Для обеспечения безопасной эксплуатации объектов от камнепадных процессов необходима установка противокамнепадных сооружений, которые имеют различную конструкцию в зависимости от ряда исходных параметров.

Современные противокамнепадные барьеры должны не только сдерживать энергию от камнепадного процесса, но также быть технологичными, экономичными, долговечными и оказывать минимальное воздействие на окружающую среду в процессе установки.

4. Банова Н.Н., Песов А.И. Инженерная защита транспортных объектов в сейсмических районах от горных обвалов. Научно-техническая конференции «Сейсмостойкость крупных транспортных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях» 1-4 декабря 1998. Труды конференции (в 2-х частях), Часть 2. М., ОАО ЦНИИС, 1999. с. 102-106.

5. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения (актуализированная ред. СНиП 22-02-2003). – М.: НИИОСП им. Н.М. Герсевича, 2012.



УДК (UDC) 620.22: 621.79.01

## О ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО НАПРАВЛЕНИЯ КИТАЙ-КЫРГЫЗСТАН-УЗБЕКИСТАН (I часть)

### ON THE POSSIBILITY OF DEVELOPING THE RAILWAY DIRECTION CHINA-KYRGYZSTAN-UZBEKISTAN (Part I)

Светашев А.А., Шихназаров Ж.А., Светашева Н.Ф.  
Svetashev A.A., Shikhnazarov Zh.A., Svetasheva N.F.

Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)  
Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Аннотация.** В статье приведены возможные варианты доставки грузов из Китая в Европу и показаны их сильные и слабые стороны. Предложено абсолютно новое железнодорожное направление «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» и предложены пути его развития. Также предложен возможный вариант размещения пограничной станции и размещение на них устройств для смены ширины колеи. Для предлагаемых вариантов составлены примерные технологические графики для выполнения операций по смене ширины колеи и произведен их расчет.

**Ключевые слова:** железнодорожное направление, железнодорожный транспорт, пограничная станция, ширина колеи, грузовой фронт, перегрузочный фронт.

**Дата принятия к публикации:** 16.09.2021  
**Дата публикации:** 22.12.2021

#### Сведения об авторах:

**Светашев А.А.** – к.т.н., доцент кафедры «Организация движения на транспорте», Ташкентского государственного транспортного университета  
e-mail: [aleksandr-svetashev@bk.ru](mailto:aleksandr-svetashev@bk.ru)

**Шихназаров Ж.А.** – аспирант кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета  
e-mail: [jamol.alisherovich@mail.ru](mailto:jamol.alisherovich@mail.ru)

**Светашева Н.Ф.** – аспирант кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета  
e-mail: [expose\\_09@mail.ru](mailto:expose_09@mail.ru)

**Abstract.** The article presents possible options for the delivery of goods from Cathay to Europe and shows their strengths and weaknesses. An absolutely new railway direction "China-Kyrgyzstan-Uzbekistan" was proposed and ways of its development were proposed. A possible variant of the placement of the border station and the placement of devices for changing the gauge are also proposed. For the proposed options, approximate technological schedules were compiled for performing operations to change the gauge and their calculation was made.

**Keywords:** railway direction, railway transport, border station, gauge, cargo front, transshipment front.

**Date of acceptance for publication:** 16.09.2021  
**Date of publication:** 22.12.2021

#### Authors' information:

**Svetashev A.A.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Organization of Traffic in Transport", Tashkent State Transport University  
e-mail: [aleksandr-svetashev@bk.ru](mailto:aleksandr-svetashev@bk.ru)

**Shikhnazarov Zh.A.** - Post-graduate student of the department "Transport and cargo systems", Tashkent State Transport University  
e-mail: [jamol.alisherovich@mail.ru](mailto:jamol.alisherovich@mail.ru)

**Svetasheva N.F.** - Postgraduate student of the department "Transport and cargo systems", Tashkent State Transport University  
e-mail: [expose\\_09@mail.ru](mailto:expose_09@mail.ru)

## Введение

Груз или сырье прежде, чем попасть к потребителю после производства, проходит ряд этапов, одним из них является перевозка груза (сырья). Сегодня в мире имеется не-

сколько способов доставки груза к потребителю и, в зависимости от того, каким видом транспорта был перевезен груз, зачастую устанавливается его цена.

Как известно, относительно дешевым видом транспорта является морской [2]. Но не

у всех стран есть прямая возможность выхода к морским портам и для этого необходимо искать альтернативные пути доставки грузов, на помощь приходит железнодорожный транспорт, который имеет ряд преимуществ перед другими видами транспорта, поэтому современное развитие железнодорожного транспорта позволит создать конкурентную и обоснованную среду между другими перевозчиками.

Как показали последние события в мировой экономике, ситуация существенно меняется и железнодорожные линии между Китаем и Европой могут быть конкурентоспособными по сравнению с морским видом транспорта и поэтому порождают интерес.

### **1. Анализ существующих способов доставки грузов из Китая в Европу**

На протяжении многих веков она была связующим звеном между Азией и Европой, но в последние годы Центральная Азия оказалась на окраине мировых торговых потоков. В данный момент объем грузоперевозок по земле от Азии до Европы составляет менее 2 % от объема грузов, перевозимых морем [1].

Рассмотрим поэтапный процесс анализа данной обстановки и предложить рациональные пути улучшения развития Центрально-Азиатского региона.

На сегодняшний день имеется достаточно большое количество различных транспортных коридоров для доставки грузов из Китая в Европу, рассмотрим каждый из них и дадим им свою оценку:

1. Суэцкий канал – один из самых востребованных торговых путей в мире, чудо инженерного сооружения, когда-либо построенного человеком. Ежегодно через Суэцкий канал проходит более 1700 судов, это примерно 12 % всего мирового товарооборота. Само по себе сооружение Суэцкого канала является «узким» местом, где возникают простои судов в ожидании их прохода через канал. Но помимо запланированных простоев возникают чрезвычайные ситуации, свидетелями такой ситуации был весь мир, когда контейнеровоз «Ever Given», принадлежащий японской компании Shoei Kisen

Kaisha, следовавший из Малайзии в Голландию сел на мель и тем самым перекрыл всё движение [6]. Можно только представить какой ущерб мировой экономике нанесло это судно. Но несмотря на то, что такие ситуации могут повториться, этот торговый путь считается одним из привлекательных и быстрых способов доставки грузов по всему миру.

2. Международный транспортный коридор «Север-Юг» был создан для альтернативной доставки груза по суше минуя Суэцкий канал, тем самым сократив в два и более раза расстояние перевозок и снизив стоимость перевозки по сравнению со стоимостью транспортировки по морскому пути. Но, к сожалению, Международный транспортный коридор «Север-Юг» не смог достичь полученных результатов из-за множества технических, технологических и бюрократических сложностей.

3. Имеется один из скорых путей доставки грузов из Юго-Восточного региона по морю через порты на Дальнем Востоке, далее по Транссибирской магистрали через всю Россию грузы попадают в Европу. Этот вид доставки груза считается одним из самых быстрых, так как проходит через территорию одного государства – России и организовать быструю доставку груза не представляет особого труда. 13 суток потребовалось контейнерному поезду для доставки китайского груза из Владивостока в Калининград [4,5]. Но Транссибирская магистраль имеет максимальную загрузку и пропускать такого рода поезда не всегда удается.

4. Строительство Трансафганского коридора. Строительство железной дороги Мазар-и-Шариф – Кабул – Пешавар может стать транспортным коридором, связывающим Европу, Россию, Индию и весь континент в целом. Данный проект может столкнуться с рядом трудностей, одна из которых это выбор ширины колеи, со стороны Узбекистана, Туркменистана и Таджикистана ширина колеи составляет 1520 мм., со стороны Индии и Пакистана преимущественно 1676 мм., и со стороны Ирана 1435 мм. Не простые взаимоотношения складываются между Пакистаном и Индией, кото-

рые ставят под вопрос завершения этого проекта [3]. Помимо этих сложностей на территории Афганистана складывается весьма и весьма непростая, как политическая, так и экономическая обстановка и к чему это приведет, никто не знает.

5. Развитие железнодорожного направления «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» – это совершенно новый проект, о котором мало кто говорит и у данного железнодорожного направления имеется огромный потенциал.

Проект маршрута «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» может стать одним из крупнейших проектов транспортной отрасли для Узбекистана, который позволит обуздать транзитный поток между странами Юго-Восточной и Западной Азии. Основной целью данного проекта является создание железнодорожного сообщения между Китаем, Кыргызстаном и Узбекистаном. Железнодорожное направление «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» позволит создать не только южный коридор Второго континентального моста, но и позволит освоить новые рынки сбыта для отечественных производителей.

Одной из важных задач на направлении «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» является вопрос по выбору ширины железнодорожной колеи. Представители Кыргызской железной дороги настойчиво предлагают колею 1520 мм., чтобы в дальнейшем безболезненно интегрировать в международную транспортную сеть, а китайские партнеры, наоборот, настаивают на строительстве колеи в 1435 мм. Понятное дело, что каждая сторона пытается «тянуть одеяло на себя» в решении этого вопроса.

Предположим, что развитие железнодорожного направления «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» пойдет по следующему сценарию: поезда будут отправляться из города Кашгар (Китай) через перевалочный Торугарт (Кыргызстан) в долину Арпу (Кыргызстан) с выходом на Узген (Кыргызстан) с колеей 1435 мм и далее на созданном пограничном пункте Кара-сув (Узбекистан) будет происходить переход на колею 1520 мм. (рис.1).

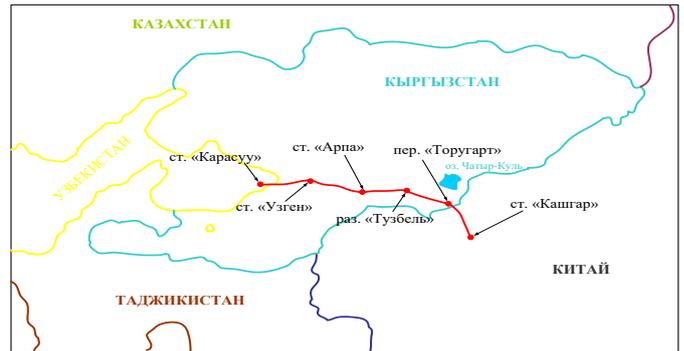


Рис. 1. Предполагаемый план новой железнодорожной линии «Китай-Кыргызстан-Узбекистан»

Предполагаемая протяженность маршрута при строительстве железнодорожного направления Китай-Кыргызстан-Узбекистан около 300 км. Однако, для строительства железной дороги Мазар-и-Шариф – Кабул – Пешавар необходимо проложить 784 км путей.

В данной статье планируется разработать:

- предложить ситуационный план размещения пограничной станции и технических средств;
- выбор оптимальных параметров пограничных складских комплексов для тарно-упаковочных и контейнерных грузопотоков;
- организацию мультимодальных перевозок.

На рис. 2 приведены слабые и сильные стороны варианта развития железнодорожного направления Китай-Кыргызстан-Узбекистан.



Рис. 2 SWOT-анализ варианта развития железнодорожного направления «Китай-Кыргызстан-Узбекистан»

На рис. 2 показаны сильные и слабые стороны предлагаемого варианта развития

железнодорожного направления «Китай-Кыргызстан-Узбекистан». Ввод в эксплуатацию предлагаемой железнодорожной линии позволит частично разгрузить существующие транспортные коридоры, слабой стороной является строительство железной дороги в горной местности.

## 2. Особенности международных перевозок

Железнодорожный транспорт играет большую роль в развитии экономических, политических, социальных отношений между другими государствами. Железнодорожным транспортом осуществляется перевозка не только готовой продукции, но также производится перевозка сырья для будущих товаров [4-8]. Преимущество доставки грузов железнодорожным транспортом, очевидно. Если там куда хотим отправить груз имеется развитая железнодорожная инфраструктура, то доставка груза в срок нам обеспечена и организовать эту доставку можно двадцать четыре часа в сутки, семь дней в неделю, триста шестьдесят пять дней в году при любых погодных условиях.

Ни один другой вид транспорта не может предоставить таких возможностей. Себестоимость перевозки является минимальной, так как одновременно можно перевести большое количество груза и при этом не причиняя существенного вреда окружающей среде.

Виды международных перевозок железнодорожным транспортом:

- перевозка скоропортящихся продуктов в рефрижераторных вагонах, оснащенных холодильными установками;
- перевозка сырья;
- перевозка готовых товаров, одежды, хозяйственных товаров и другие;
- перевозка почты, багажа;
- перевозка грузов в контейнерах;
- перевозка насыпных грузов;
- перевозка наливных грузов;
- перевозка негабаритных грузов и др.

Перевозка железнодорожным транспортом в международном сообщении будет экономически эффективной при перевозке массовых грузов как показано на рис. 3.

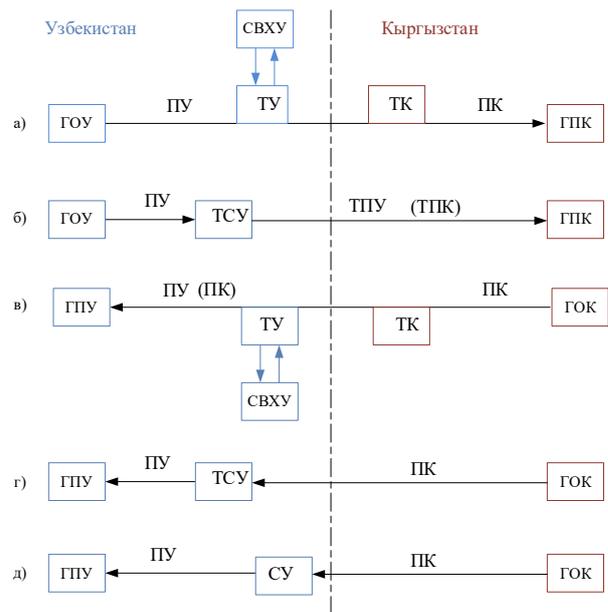


Рис. 3. Возможные варианты грузопотоков

На рисунке: а, б) экспортные грузопотоки; в-д) импортные грузопотоки: ГПУ, ГПК – грузополучатель; ГОУ, ГОК – грузоотправитель; СВХУ – склад временного хранения; СУ – свободный склад; ТСУ – таможенный склад; ТУ, ТК – таможня; ПУ, ПК – перевозчик; ТПУ, ТПК – таможенный перевозчик.

На рис. 3, показаны два варианта грузопотока - экспорт и - импорт: на рис.3 а если на таможне ТУ оформление проводится в течение менее трех часов, то узбекский перевозчик ПУ провозит товары, не помещая их на склад временного хранения СВХУ, если же больше трех часов, то все товары поступают на СВХУ, а после таможенного оформления доставляются зарубежному грузополучателю ГПК.

На рис. 3, б узбекский перевозчик ПУ завозит экспортные товары в таможенный склад ТСУ, откуда они перевозятся отечественными (или зарубежными) таможенными перевозчиками ТПУ (ТПК) к зарубежному грузополучателю ГПК, минуя таможенный досмотр на границе.

На рис. 3, в зарубежный перевозчик ПК, пройдя свою таможню ТК, предъявляет импортные грузы на узбекскую таможню ТУ и если ему удастся пройти таможенное оформление за три часа, то его грузы доставляют

узбекскому грузополучателю ГПУ, а если нет, то грузы помещаются на СВХУ, и только после окончания таможенного оформления они доставляются грузополучателю ГПУ узбекским перевозчиком ПУ.

На рис. 3, г зарубежный таможенный перевозчик ПК, провезя импортные товары через границу без таможенного оформления, доставляет их на таможенный склад ТСУ, откуда товары попадают узбекскому грузополучателю ГПУ после таможенного оформления.

На рис. 3, д зарубежный перевозчик ПК доставляет импортные товары на свободный склад СУ, откуда они вывозятся узбекским перевозчиком ПУ к грузополучателю ГПУ после уплаты налогов и таможенных пошлин.

### Список литературы

1. Повышение торгово-транспортной связности и развитие грузоперевозок в Центральной Азии. International transport forum. ОЭСР/МТФ. 2019 г. 182 с.

2. Соцкая, Е.В. Основы транспортных перевозок: учебно-методическое пособие / Е.В. Соцкая, И.М. Соцкая. – Ярославль: ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – 80 с.

3. Илесалиев, Д. И. Перспективы и направления транспортного развития Узбекистана в условиях формирования железных дорог Афганистана / Д. И. Илесалиев, Ш. Г. у. Махматкулов // Инновационный транспорт. – 2020. – № 3(37). – С. 3-6. – DOI 10.20291/2311-164X-2020-3-3-6.

4. Международный транспортный коридор «Север - Юг». Министерство иностранных дел Российской Федерации.

Все эти возможные варианты доставки грузопотока имеют свою определенную специфику как при предъявлении груза к перевозке, так и к его получению.

### Вывод

Подводя итог, можно сказать, что предлагаемый вариант развития железнодорожного направления «Китай – Кыргызстан – Узбекистан» может создать реальную альтернативу существующим коридорам, позволит создать в Узбекистане «хаб» по распределению грузопотока и способствовать увеличению транзитных потоков.

5. Илесалиев Д.И. Использование различных схем расположения проходов склада тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // В сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. 2015. С. 174-176.

6. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 3 (44). С. 55-63.

7. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 3 (44). С. 55-63.

8. Илесалиев Д.И. Увеличение массы партии грузов за счет рационального выбора транспортной тары / Д.И. Илесалиев // Известия Транссиба. 2018. № 2 (34). С. 21-29.



## ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

### NUMERICAL CALCULATIONS OF THE STRENGTH OF RAILWAY BEDS

Абдукамилов Ш.Ш.<sup>1</sup>, Кенжалиева Д.К.<sup>2</sup>  
Abdukamilov Sh.Sh.<sup>1</sup>, Kenjaliyeva D.K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» в г. Ташкенте  
(Ташкент, Узбекистан)

<sup>2</sup> – Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)

<sup>1</sup> – Tashkent Branch of National Research Nuclear University "MEPhI" (Tashkent, Uzbekistan)

<sup>2</sup> – Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Аннотация.** В данной работе рассмотрены методы расчета прочности земляного полотна железных дорог при действии вибродинамической нагрузки численными методами. Приведены описание и особенности разработанных методов учеными в различный период развития науки, а также методов расчета, предложенных в нормативных источниках. Проведен анализ современных программных комплексов по расчету земляного полотна.

**Ключевые слова:** вибродинамическая нагрузка, земляное полотно, метод расчета, прочность, деформативность, устойчивость, напряженно-деформированное состояние, метод конечных элементов, программный комплекс ANSYS.

**Дата принятия к публикации:** 06.09.2021  
**Дата публикации:** 22.11.2021

**Abstract.** The paper considers the methods of calculation of durability of railway bed under the action of vibrodynamic loading. The description and peculiarities of the methods developed by scientists at different periods of science development and the calculation methods offered in the normative sources are given. The analysis of the earth bed calculations by the modern software complexes, in particular by the ANSYS complex, which allows to solve the most complex tasks of strength and stability of geotechnical objects, has been carried out.

**Keywords:** vibrodynamic load, subgrade, calculation method, strength, deformability, stability, stressed-strained state, finite-element method, ANSYS.

**Date of acceptance for publication:** 06.09.2021  
**Date of publication:** 22.11.2021

#### Сведения об авторах:

**Абдукамилов Шавкат Шухратович** – кандидат технических наук, исполнительный директор Филиала Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» в г. Ташкенте, e-mail: [abdukamilov@mail.ru](mailto:abdukamilov@mail.ru)

**Кенжалиева Дамира Кувандик кизи** – магистрант Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [dami-ra.kenjaliyeva@gmail.com](mailto:dami-ra.kenjaliyeva@gmail.com)

#### Введение

Развитие железнодорожного транспорта Узбекистана, характеризующееся расширением сети дорог, созданием высокоскоростного движения, повышением интенсивности движения и грузоподъемности транспортных средств, применением современных конструкций и материалов требует решения сложных инженерных задач по обеспечению

#### Authors' information:

**Abdukamilov Shavkat Shukhratovich** – Candidate of Technical Sciences, Executive Director of Tashkent Branch of National Research Nuclear University "MEPhI", e-mail: [abdukamilov@mail.ru](mailto:abdukamilov@mail.ru)

**Kenjaliyeva Damira Kuvandik qizi** – master's student of Tashkent State Transport University, e-mail: [damira.kenjaliyeva@gmail.com](mailto:dami-ra.kenjaliyeva@gmail.com)

стабильности земляного полотна, которое оценивается по многим критериям.

Согласно Правилам технической эксплуатации железных дорог земляное полотно, все элементы железнодорожного пути по прочности, устойчивости и состоянию должны обеспечивать безопасное и плавное движение подвижного состава с наибольшими установленными скоростями.

Земляное полотно железных и автомобильных дорог представляет собой сложный комплекс грунтовых объектов, функционирующих в условиях природно-климатической среды и динамических нагрузок, которые, изменяя состояние грунтовой среды, влияют на уровень надежности земляного полотна. Сложность объектов земляного полотна, случайный характер проявления факторов природной среды существенно влияют на стабильность и деформативность земляного полотна. Как свидетельствует практика строительства и эксплуатации дорог, в наибольшей степени разрушению подвержены объекты, расположенные в сложных инженерно-геологических условиях, отличающихся наличием, в первую очередь, оползневых склонов, слабых оснований, переувлажненных грунтов, высоких насыпей, глубоких выемок и т.п. Прогноз интенсивности развития этих деформаций и их своевременный учет при эксплуатации инженерного сооружения является действенным инструментом предупреждения аварийных ситуаций, вызванных потерей устойчивости объектов земляного полотна.

### **1. Методы расчета земляного полотна железных дорог**

В основополагающих работах Г.М. Шахунянца исследованы важнейшие проблемы железнодорожного земляного полотна [1,2]. Фундаментальные исследования таких ученых, как В.Г. Березанцев, Б.Д. Васильев, Н.М. Герсеванов, М.Н. Гольдштейн, Б.И. Далматов, Н.Н. Маслов, О.А. Савинов, В.В. Соколовский, Н.А. Цытович, М.Ф. Вериги, Т.Г. Яковлева и др. позволяют производить расчеты стабильности земляного полотна, учитывающие множество факторов, влияющих на железнодорожный путь.

Наряду с отмеченным, не получили должного решения вопросы, связанные с аналитической оценкой прочности и деформативности земляного полотна, воспринимающего значительные вибродинамические нагрузки. Эти вопросы оказались актуальными на действующих железнодорожных магистралях в связи с возрастанием скорости и интенсивности движения поездов, с увели-

чением нагрузки на ось и длины составов. Наиболее чувствительными к вибродинамическому воздействию оказались насыпи из глинистых грунтов [3]. И.В. Прокудиным разработаны теоретические основы методики расчета несущей способности земляного полотна и определения его деформаций с учетом вибродинамического воздействия от проходящих поездов. Эти закономерности положены в основу дальнейшего развития теории предельного равновесия. Однако, данные методы не могут в полной мере обеспечить оценку напряженно-деформированного состояния грунтов земляного полотна, воспринимающих вибродинамическую нагрузку поездов.

Современные методы, расчета железнодорожного земляного полотна базируются в основном на уравнениях линейной теории упругости и на методах теории предельного равновесия. Однако, как показывают натурные наблюдения и расчеты, задолго до наступления предельного состояния в теле и в основании земляного полотна под воздействием собственного веса, веса верхнего строения пути и подвижной нагрузки возникают пластические зоны [4].

В работах отечественных ученых Ш.Ш. Абдукамилова, А.М. Абдукаримова, З.Э. Мирсалихова, Х.И. Турсунова приведены расчеты земляного полотна и конструкции железных дорог, возведенных из различных грунтов в природно-климатических условиях Узбекистана при воздействии вибродинамической нагрузки [5,6].

Действующие нормативные источники СНиП 32-01-95, СТН Ц-01-95 и СП 32-104-98 требуют обеспечения заданного уровня надежности по прочности, стабильности и устойчивости земляного полотна с учетом вибродинамического воздействия поездов и практически не содержат рекомендаций и указаний по проведению подобных расчетов.

### **2. Расчет земляного полотна современными программными комплексами**

По мере развития и распространения вычислительной техники, а также численных методов расчета напряженно-деформированного состояния сооружений,

за последние годы было разработано большое количество программ, предназначенных для выполнения расчетов и проектирования строительных конструкций различного вида и назначения.

Изучение научных исследований по использованию численных методов расчета напряженно-деформированного состояния сооружений [7,8] показало, что в современных условиях наиболее целесообразным методом расчета геотехнических сооружений является численное моделирование, в частности методом конечных элементов или методом дискретных элементов.

В настоящее время для проведения расчетов инженерных сооружений широко используются различные программные комплексы, реализующие метод конечных элементов, позволяющие с полным соответствием реальным геометрическим размерам и физико-механическим свойствам моделируемого объекта оценить его напряженно-деформированное состояние и спрогнозировать его поведение. Среди них можно отметить такие программные продукты, как: ANSYS, FEM models, COSMOS/M, MSC/NASTRAN, MSC/PATRAN, LIRA Soft, SCAD, PLAXIS, Robot Millennium, ABAQUS и др.

Вычислительные процедуры упомянутых расчётных комплексов основаны на численном методе конечных элементов и отличаются по своей направленности и по своим вычислительным возможностям. Результат выбора того или иного программного продукта определяется спецификой конкретной задачи.

Программным пакетом, который позволяет решить самые сложные задачи является комплекс ANSYS, широко известный и пользующийся популярностью среди инженеров, занимающихся решением вопросов прочности и устойчивости. Более того, компанией ANSYS распространяется студенческая версия данного программного комплекса, что позволяет выполнять учебные и исследовательские работы в рамках обучения. Средства методов конечных элементов ANSYS позволяют проводить расчеты статического и динамического напряженно-деформированного состояния конструкций, в

том числе геометрически и физически нелинейных задач механики деформируемого твердого тела. Это позволяет решить широкий круг инженерных задач, в частности, геотехнические расчеты в области промышленного, гражданского, гидротехнического, а также транспортного строительства. На ряду со всеми вышеуказанными преимуществами стоит отметить удобство работы и наглядность получаемых результатов. На рис.1 показаны примеры полученных результатов расчета земляного полотна.

Также широко используется программный комплекс PLAXIS, который позволяет производить точные геотехнические расчеты с применением численного метода конечных элементов. Примером работы PLAXIS может служить расчет железнодорожной насыпи на устойчивость с различными уклонами откоса. Из рисунка 2 можно отметить, что, используя один и тот же грунт, можно повысить высоту насыпи без потери устойчивости при изменении уклона насыпи [9].

Еще одним преимуществом данных программных комплексов является быстрый и точный расчет железнодорожного земляного полотна, усиленного с помощью различных геосинтетических материалов, которые широко применяются за рубежом и уже внедряются на железных дорогах Узбекистана. На рис. 3 приведено сравнение неармированного откоса с армированным георешетками откосом. При армировании напряжения распределены вглубь насыпи и имеют меньшее максимальное значение, что благоприятно влияет на устойчивость откоса [10]. На рис. 4 видно, что при усилении конструкции насыпи с помощью геотекстиля суммарные деформации значительно уменьшаются, а коэффициент устойчивости возрастает на 25% [11].

Подобные расчеты с помощью программных комплексов позволяют быстро и достоверно решать различные инженерные геотехнические задачи.

### **Заключение**

На сегодня, расчеты земляного полотна могут производиться следующими методами:

1. Методы, рассматривающие возможность разрушения откосов со смещением

грунта по некоторой криволинейной поверхности скольжения;

2. Методы, основанные на решении системы уравнений теории предельного равновесия грунтов земляного полотна с построением сетки линий скольжения;

3. Методы, основанные на упрощенных расчетных схемах с принятием плоских поверхностей скольжения земляных масс.

Вышесказанные методы содержат ряд допущений, такие как расчеты откосов проводятся по линиям скольжения изначально заданной формы, не учитываются инерционные силы, возникающие при движении поездов и т.д. В связи с этим, в последние годы сильно развились численные методы расчета напряженно-деформированного состояния грунтов земляного полотна с использованием современной вычислительной техники.

### Список литературы

1. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь М.: Транспорт, 1969. 535 с.
2. Шахунянц Г.М. Земляное полотно железных дорог. М.: Трансжелдориздат, 1953. 825 с.
3. Прокудин И.В. Прочность и деформативность железнодорожного земляного полотна из глинистых грунтов, воспринимающих вибродинамическую нагрузку. Диссертация на соискание ученой степени докт.техн.наук. – Л.: ЛИИЖТ, 1982. - 455 с.
4. Стоянович Г. М. Прочность и деформативность железнодорожного земляного полотна при повышенной вибродинамической нагрузке в упругопластической стадии работы грунтов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. ДВГУПС, Хабаровск – 2002 г. С. – 358.
5. Абдукамилов Ш.Ш. Исследование барханных песков в условиях трехосного напряженного состояния при воздействии вибродинамических нагрузок // Известия ПГУПС, вып. 3. Санкт-Петербург, 2011. С. 107-114.
6. Абдукамилов Ш.Ш. Исследование колебательного процесса барханных песков, уложенных в железнодорожное земляное полотно // Известия Транссиба, вып. 2(18). Омск, 2014. С. 75-86.
7. СНиП 23-01-99\*, Строительная климатология, табл. 1-2.
8. Геофизические методы исследования: учеб. пособие для вузов /В.К. Хмелевской, М.Г. Попов, А.В. Калинин и др.; Под ред. В.К. Хмелевского. М.: Недра, 1988.
9. Taher, Nichirvan & Gör, Mesut & AKSOY, Hüseyin & Ahmed, Halmat. Numerical investigation of the effect of slope angle and height on the stability of a slope composed of sandy soil. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. (2022).
10. Gör, Mesut & Taher, Nichirvan & Aksoy, Hüseyin & Ahmed, Halmat. Effect of Geogrid Inclusion on the Slope Stability. 5th International European Conference on Interdisciplinary Scientific Research, January 28-29, 2022/ Valencia, Spain. p. 275-286.
11. Lesov K.S., Kenjaliyev M.K., Mavlanov A.Kh. and Tadjibaev Sh.A. Stability of the embankment of fine sand reinforced with geosynthetic materials. //E3S Web of Conferences; CONMECHYDRO – 2021, Les Ulis, - Vol. 264. DOI:10.1051/e3sconf/202126402011.

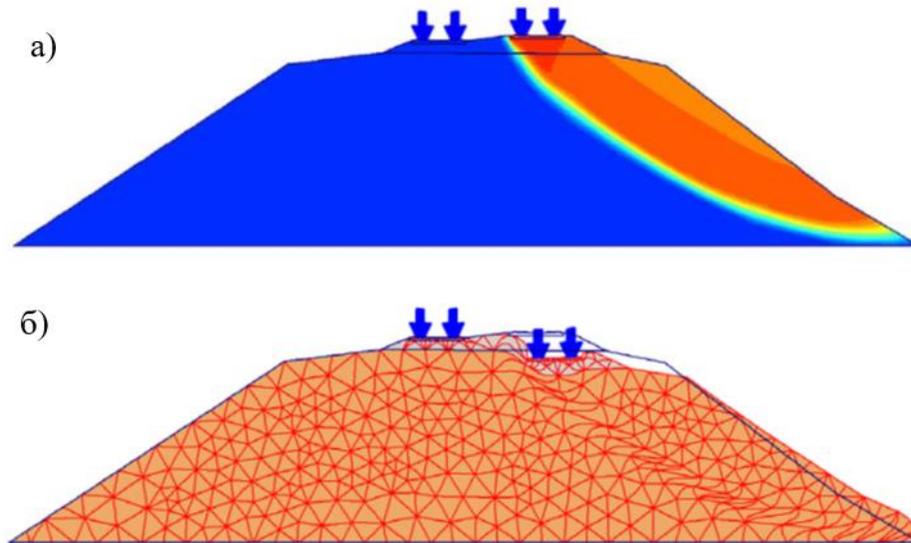


Рис. 1. Результаты расчета железнодорожной насыпи с использованием программного комплекса ANSYS 15.

а) полные деформации, м; б) деформированный вид насыпи.

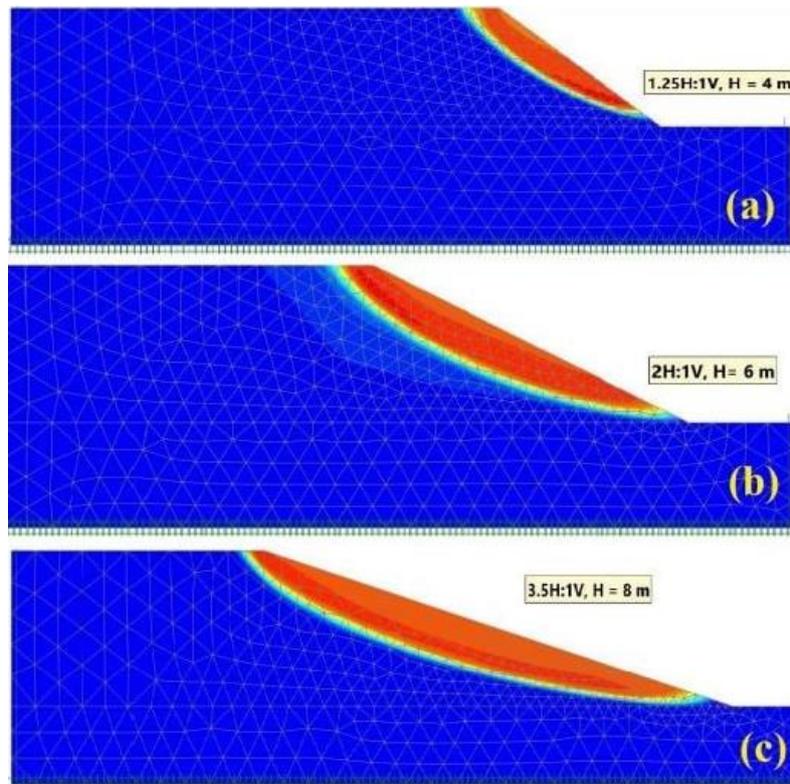
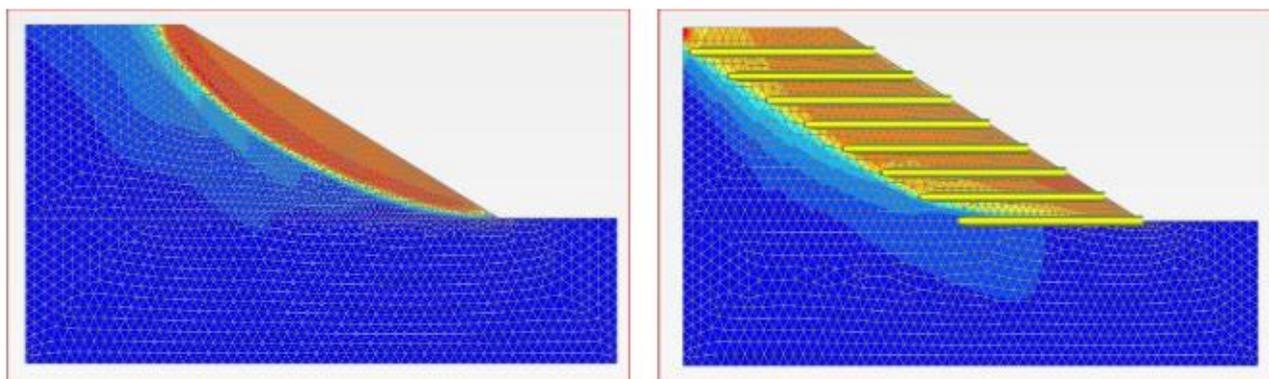


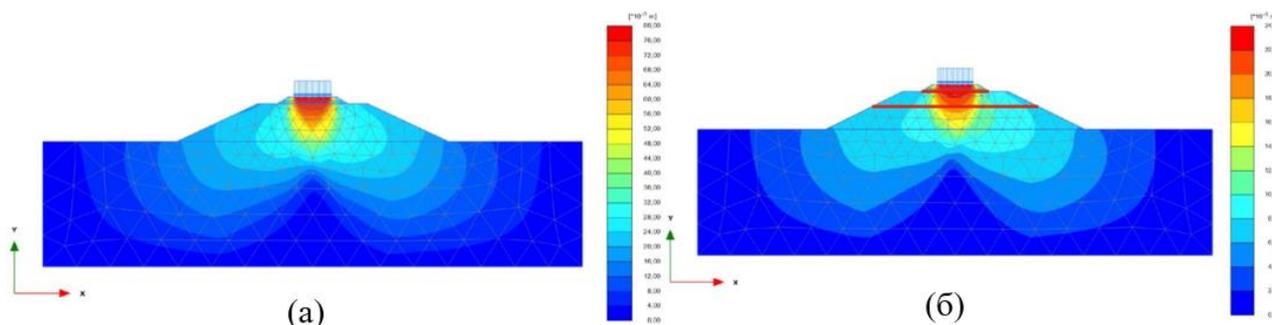
Рис. 2. Результаты расчета железнодорожной насыпи с использованием программного комплекса PLAXIS.



(a)

(b)

Рис. 3. Механизм разрушения откоса (a) неармированный откос, (b) армированный откос.



(a)

(б)

Рис. 4. Суммарные деформации насыпи высотой 3 метра в программе "Plaxis 2D"  
(a) неармированная насыпь, (b) с укладкой геотекстиля



## ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АППАРАТУРЫ КЛУБ-У ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

### PRINCIPLES OF ENSURING THE RELIABILITY AND FUNCTIONAL SAFETY OF THE EQUIPMENT OF THE KLUB-U ROLLING STOCK

Баянов И.Н., Каюмов С.Н., Хакимов С.Х.  
Bayanov I.N., Kayumov S.N., Hakimov S.X.

Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)  
Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Аннотация.** Безопасность движения на современных железных дорогах зависит от возможности своевременного предупреждения аварийных ситуаций. С 2000 года в этой сфере стало устанавливаться система локомотивной аппаратуры КЛУБ-У. Областью применения аппаратуры является использование на всех видах локомотивах и электроподвижном составе, оборудованном устройствами автоматической локомотивной сигнализации или радиоканалом. Данная статья посвящена данной системе безопасности.

**Ключевые слова:** Безопасность, линия, аппаратура, перезапуск

**Abstract.** Traffic safety on modern railways depends on the possibility of timely warning of emergency situations. Since 2000, the CLUB-U locomotive equipment system has been installed in this area. The scope of application of the equipment is to be used on all types of locomotives and electric rolling stock equipped with automatic locomotive signaling devices or a radio channel. This article is devoted to this security system

**Keywords:** Safety, line, equipment, restart

**Дата принятия к публикации:** 04.10.2021  
**Дата публикации:** 22.12.2021

**Date of acceptance for publication:** 04.10.2021  
**Date of publication:** 22.12.2021

#### Сведения об авторах:

**Баянов Илдар Назипович** – доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент кафедры «Электроснабжение» Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [ildar-lili@yandex.ru](mailto:ildar-lili@yandex.ru)

**Каюмов Сайфулла Нигматович** – и.о. доцента кафедры «Электротехника», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [sayfullanigmatovich@gmail.uz](mailto:sayfullanigmatovich@gmail.uz)

**Хакимов Санжар Хабирович** – ассистент, кафедры «Электротехника», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [javox2020@gmail.com](mailto:javox2020@gmail.com)

#### Authors' information:

**Bayanov Ildar Nazipovich** – Doctor of Philosophy (PhD) of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "Power Supply" of the Tashkent State University of Transport, e-mail: [ildar-lili@yandex.ru](mailto:ildar-lili@yandex.ru)

**Kayumov Sayfulla Nigmatovich** – Acting Associate Professor of the Department of Electrical Engineering, Tashkent State Transport University, e-mail: [sayfullanigmatovich@gmail.uz](mailto:sayfullanigmatovich@gmail.uz)

**Khakimov Sanzhar Khabibovich** – Assistant, Department of Electrical Engineering, Tashkent State Transport University, e-mail: [javox2020@gmail.com](mailto:javox2020@gmail.com)

#### Введение

Системы обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте могут быть использованы лишь при условии их безопасной работы и надежном функционировании. Поэтому на всех этапах создания, изготовления и практического исполь-

зования ведутся целенаправленные мероприятия, обеспечивающие решение этих задач. Одной из таких систем безопасности является бортовой комплекс аппаратуры КЛУБ всех модификаций.

## Принципы обеспечения надежности и функциональной безопасности аппаратуры КЛУБ-У

Пропускная способность железных дорог определяется значением интервалов между попутно следующими поездами. Традиционным средством интервального регулирования поездов является система автоматической блокировки (АБ), дополняемая для повышения эффективности работы устройствами автоматической локомотивной сигнализации (АЛС). Путьевые устройства АЛС осуществляют передачу сигналов о показаниях светофоров (определяющих допустимые скорости движения) на локомотив, а бортовые устройства служат для приема этих сигналов, отображения на локомотивном светофоре или индикаторе и контроля допустимой скорости движения. Применяемые ранее локомотивные устройства системы АЛСН имели недостаточную надежность и ограниченные функциональные возможности по обеспечению безопасности движения поезда [1].

Для обеспечения безопасности движения, предупреждения аварийных ситуаций в 2000 году начало устанавливаться на все виды локомотивов аппаратура КЛУБ-У. Областью применения аппаратуры является использование на магистральных, маневровых, высокоскоростных локомотивах и моторвагонном подвижном составе, оборудованном путьевыми устройствами автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН/АЛС-ЕН) или радиоканалом. У этой аппаратуры предусмотрено взаимодействие по локальной сети с системами САУТ, ТСКБМ, УСВВП, а по радиоканалу - с системой интервального регулирования движения поездов. Для автоматического определения координаты локомотива в КЛУБ-У используется спутниковый навигационный приемник GPS/ГЛОНАСС [2]. Основными ее функциями являются:

- контроль скорости движения локомотива
- автоматическое торможение при превышении допустимой скорости
- исключение самопроизвольного движения
- контроль бодрствования машиниста

- прием сигналов автоматической локомотивной сигнализации АЛСН и /или АЛС-ЕН, локомотивной сигнализации (АЛС-ЕН)

- индикация сигналов светофоров

- регистрация параметров движения, локомотивных и поездных характеристик

- контроль местоположения по данным спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS

- передача данных по радиоканалу

- движение по электронной карте

- самодиагностика работоспособности устройства безопасности.

Отличительными особенностями КЛУБ-У является модульная структура, наличие открытой локальной сети, позволяющей бесконфликтно увеличивать или уменьшать количество модулей (функций), а также регистрация параметров движения поезда, сигналов АЛСН, состояния тормозной системы и системы безопасности в съемную электронную кассету.

Современные системы обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте могут быть использованы лишь при условии их собственного безопасного и надежного функционирования. Поэтому на всех этапах создания, изготовления и эксплуатации ведутся плановые мероприятия, направленные на выполнение этих требований [3, 4]. Обеспечение безопасности аппаратуры КЛУБ всех модификаций базируется на следующих принципах:

- приемопередающая аппаратура в виде двухканальных устройств, обеспечивающих независимую обработку информации в каналах и сравнение результатов этой обработки с помощью безопасной схемы сравнения;

- устройство из самостоятельных блоков и модулей, которые могут заменяться во время эксплуатации без дополнительной настройки;

- для наиболее ответственных модулей предусмотрено «горячее» резервирование;

- реализованы конструктивные способы снижения вероятности опасных отказов;

- схемотехническая реализация локальных вычислительных сетей выполнена таким образом, чтобы отказ отдельных модулей не блокировал функционирование других модулей;



-в блоке электроники (БЭЛ) элементы каналов обработки и узла управления работой электропневматического клапана (ЭПК), обеспечивающего экстренное торможение поезда, топологически разнесены для исключения взаимных связей;

-входные и выходные, высоковольтные и низковольтные, а также высокочастотные цепи разнесены для исключения взаимных влияний;

-схемы устройств сравнения, входных цепей и исполнительных элементов работают только динамическими сигналами, что необходимо для выполнения одиночных отказов с применением преобразователей полярности и гальванических развязок как элементов защиты от ложных подпиток ответственных цепей;

-предусмотрена встроенная диагностика, выявляющая и индицирующая отказы основного и резервного комплектов или отдельных функциональных устройств (например, канала измерения скорости движения);

-в каналобразующей аппаратуре используется накопление информации и мажоритирование для принятия решения (по схеме «два из трех»);

-в каналах передачи данных АЛС-ЕН используются избыточные коды с минимальным расстоянием по Хэммингу  $d_{\min}=4$ ;

-элементы сравнения и исполнительные элементы для реализации ответственных команд строятся на принципах самоконтроля одиночных отказов по полному перечню элементов с учетом возможности накопления неконтролируемых отказов за периоды времени, определяемые профилактическими осмотрами;

-система запуска при включении аппаратуры КЛУБ-У и ее перезапуска при сбоях содержит временную задержку, исключающую действие выходных сигналов аппаратуры на период перезапуска, достаточный для приведения объекта управления (локомотива) в безопасное состояние (торможения и остановки);

-обрабатывающие устройства КЛУБ-У на базе специализированных контроллеров имеют мягкую синхронизацию каналов обработки информации для исключения одина-

ковой реакции каналов обработки на внешние помехи и схемы контроля сигналов на базе безопасных элементов сравнения;

-входные сигналы поступают в два обрабатывающих канала, и сравниваются их результаты обработки в фиксированных по длительности циклах. В каждом цикле обработки информации производится тестирование отдельных узлов аппаратуры; независимые каналы обработки информации содержат специальный преобразователь контрольной информации в последовательное сообщение, состоящее из динамических сигналов, с помощью которого обеспечивается связь каналов обработки информации с безопасным элементом сравнения.

Для КЛУБ-У как устройства безопасности приняты следующие критерии опасных отказов [5]:

-невключение ЭПК при выходе КЛУБ-У из строя;

-формирование значения допустимой скорости движения выше требуемого по условиям безопасности;

-формирование значений фактической скорости ниже реальной;

-индикация более разрешающего показания локомотивного светофора, чем показания путевого светофора.

Качественные показатели безопасности обеспечиваются:

-обработкой информации, ответственной за безопасность движения, двумя независимыми каналами с мягкой синхронизацией;

-периодическим тестированием и аппаратным сравнением результатов работы каналов обработки информации;

-периодическим контролем схемы управления индикацией.

Количественный показатель безопасности – допустимая вероятность опасных отказов, должна быть не более  $10^{-11}$  в час [5].

Исправное состояние и бесперебойное действие устройств КЛУБ-У обеспечивается соответствующей организацией технического обслуживания в условиях эксплуатации. Техническое обслуживание КЛУБ-У, конкретный порядок которого устанавливается приказом начальника дороги, производится работниками локомотивных депо [3].

Установлены следующие виды технического обслуживания:

-предрейсовый осмотр, производимый локомотивной бригадой;

-техническое обслуживание на контрольном пункте и пункте на технического обслуживания локомотивов;

-техническое обслуживание КЛУБ-У при проведении текущих и капитальных ремонтов локомотивов, МВПС и ССПС;

-периодические регламентные работы по устройствам КЛУБ-У в контрольном пункте и цехе автостопов и электроники;

-входной контроль на контрольно-ремонтном пункте и в цехе автостопов и электроники при получении аппаратуры с завода-изготовителя;

-приемка к эксплуатации локомотивов, МВПС и ССПС, вновь оборудованных устройствами КЛУБ-У;

-ремонт и внесение изменений в схемы устройств КЛУБ-У в течение гарантийного

срока, ремонт устройств КЛУБ-У по заявкам работников контрольного пункта в контрольно-ремонтном пункте или цехе автостопов и электроники [4, 5, 6].

### Заключение

Установка устройства КЛУБ – У предназначено для обеспечения безопасности движения, предупреждения аварийных ситуаций благодаря применению принудительного торможения или остановки поезда позволит. Применение этой системы позволит усилить систему безопасности железных дорог и увечить надежность перевозок по ним.

### Список литературы

1. Информатизация на железнодорожном транспорте. История и современность. Под редакцией И.В. Харлановича. М.: Издательство «ВЕЧЕ», 2005.

2. Избачков Ю., Петров В. Информационные системы. М.-Санкт-Петербург и др. «ПИТЕР» 2005.

3. CENELEC EN 50128: Railway Application – Communications, signaling and processing system – Software for Railway Control and Protection Systems. 2000. Применения на железнодорожном транспорте – Программное обеспечение для систем управления и обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте.

4. Самсонкін В.М., Бойнік А.А. Соколов О.Й., Удовіков О.О. Збірник нормативних документів з безпеки руху поїздів на магістральному залізничному транспорті України. Навчальний посібник.. Харків: ХФВ: „Транспорт України”, 2002. – 124 с.

5. Уоткинс М. Новый стандарт цифровой мобильной радиосвязи для железных дорог Европы//Железные дороги мира. – 2000. - №7. – С. 33-37.

6. Бервинов В.И., Доронин Е.Ю. Локомотивные устройства безопасности: Учебник. М.: Маршрут, 2005. – 564 с.

7. Венцевич Л.Е. Локомотивные устройства безопасности движения поездов и расшифровка информационных данных их работы: Учебник для учащихся образовательных учреждений ж.-д. транспорта, осуществляющих профессиональную подготовку.- М.: Маршрут, 2006. – 328 с.

8. Унифицированные комплексное локомотивное устройства безопасности (КЛУБ-У): Учебное пособие / В.И. Астрахан, В.И. Зорин, Г.К. Кисельгоф и др. М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 177 с.

9. Сороко В.И., Розенберг Е.Н. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник: в 2 кн. Кн. 2. – 3-е изд. – М.: НФП «Планета», 2000. – 1008 с.

10. Методические материалы по курсу «Устройство формирования электронной карты для системы безопасности КЛУБ-У, КЛУБ-УП». М.: ВНИИАС МПС России, 2004. — 30 с.



11. Методические материалы по курсу «Стационарное устройство дешифрации унифицированное (СУД-У) для расшифровки информации в системах КЛУБ-У, КЛУБ-УП». – М.: ВНИИАС МПС России, 2006. – 37 с.

12. Розенберг Е.Н., Малипов В.М. Современные зарубежные системы железнодорожной автоматики. – М.: ВНИИАС МПС России, 2006. – 156 с.

13. Зорин В. И. Унифицированное комплексное локомотивное устройство безопасности // Автоматика, связь, информатика. 2006, №2, с. 16-17.

14. Устройство КЛУБ-У // Руководство по эксплуатации. – М., 2007.

15. Стационарное устройство дешифрации унифицированное СУД-У // Инструкция по эксплуатации. – М., 2006.

16. Устройство формирования электронной карты УФК // Руководство по эксплуатации. – М., 2007.9.: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=99286>



УДК (UDC) 656.022.8

## ОБОСНОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ В ИНТЕРМОДАЛЬНЫХ СООБЩЕНИЯХ

### SUBSTANTIATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR TRANSPORTATION OF BULK CARGO IN INTERMODAL COMMUNICATIONS

Шихназаров Ж.А., Илесалиев Д.И., Азимов Ф.К., Дехконов М.М.  
Shikhnazarov J.A., Ilesaliev D.I., Azimov F.K., Dehkonov M.M.

Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)  
Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Аннотация.** В статье приводится сравнительный анализ технологии перевозки насыпных грузов в универсальных контейнерах. В рамках исследования разработан алгоритм поиска рационального размещения затаренных насыпных грузов в универсальном контейнере. При исследовании области экономической эффективности перевозки были выполнены многочисленные расчёты стоимости перевозок.

**Ключевые слова:** интермодальные сообщения, железнодорожный транспорт, универсальный контейнер, насыпной груз

**Abstract.** The article provides a comparative analysis of the technology for the transportation of bulk cargo in universal containers. As part of the study, an algorithm was developed to search for the rational placement of packaged bulk cargo in a universal container. In the study of the area of economic efficiency of transportation, numerous calculations of the cost of transportation were performed.

**Keywords:** intermodal communications, rail transport, universal container, bulk cargo

**Дата принятия к публикации:** 12.09.2021  
**Дата публикации:** 20.12.2021

**Date of acceptance for publication:** 12.09.2021  
**Date of publication:** 20.12.2021

#### Сведения об авторах:

**Илесалиев Дауренбек Ихтиярович** – доктор технических наук, доцент, кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [ilesaliev@mail.ru](mailto:ilesaliev@mail.ru)

**Азимов Фаррух Кахрамонович** – ассистент, кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [farruxa@mail.ru](mailto:farruxa@mail.ru)

**Шихназаров Жамол Алишерович** – ассистент, кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [jamolalisherovich@mail.ru](mailto:jamolalisherovich@mail.ru)

**Дехконов Мирали Мирхон угли** – ассистент, кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [dehqonov\\_mirali@mail.ru](mailto:dehqonov_mirali@mail.ru)

#### Authors' information:

**Ilesaliev Daurenbek Ixtiyarovich** – Doctor of Technical Sciences, docent, department of "Transport and Cargo Systems", Tashkent state transport university, e-mail: [ilesaliev@mail.ru](mailto:ilesaliev@mail.ru)

**Azimov Farrukh Kakhramonovich** – assistant, department of "Transport and Cargo Systems", Tashkent state transport university, e-mail: [farruxa@mail.ru](mailto:farruxa@mail.ru)

**Shikhnazarov Jamol Alisherovich** – assistant, department of "Transport and Cargo Systems", Tashkent state transport university, e-mail: [jamolalisherovich@mail.ru](mailto:jamolalisherovich@mail.ru)

**Dehqonov Mirali Mirxon ugli** – assistant, department of "Transport and Cargo Systems", Tashkent state transport university, e-mail: [dehqonov\\_mirali@mail.ru](mailto:dehqonov_mirali@mail.ru)

#### Введение

Перевозка различных грузов целесообразна, особенно если идёт речь о интермодальных технологиях. Сравнительный анализ технологии перевозки насыпных грузов в универсальных контейнерах состоит из двух

этапов: 1 этап – анализ схем погрузки и выгрузки груза в зависимости от условий перевозки. 2 этап – заключается в обосновании целесообразности перевозки путём экономических расчётов. Для начала необходимо проанализировать преимущества и недостат-

ки различных условий перевозок груза в контейнерах.

Этап 1 – исследование схем погрузки и выгрузки груза в зависимости от условий перевозки. С целью эффективного использования вместимости, грузоподъёмности и обеспечения рациональных погрузочно-разгрузочных работ, а также для уменьшения простоя контейнеров необходимы соответствующие условия перевозок. Насыпные грузы в универсальных контейнерах можно перевозить в мешках, поштучно (см. рис. 1, а), в транспортных пакетах (см. рис. 1, б), в биг-бегах (см. рис. 1, в), а также насыпью (см. рис. 1, г, д).

Если время погрузки или разгрузки насыпных грузов, перевозимых в транспортной таре можно определить (см. рис. 1 а, б, в), то методика определения затрат времени вертикальной погрузки или разгрузки груза перевозимых насыпью отсутствует.

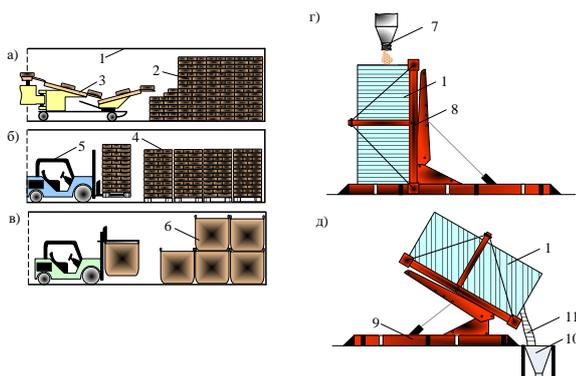


Рис. 1 – Схемы перегрузки насыпных грузов с различными условиями перевозок

Обозначения на рисунке 1: 1 – универсальный контейнер; 2 – насыпные грузы затаренные в мешки; 3 – транспортный пакет; 4 – погрузчик; 6 – биг-бег; 7 – питатель отпускового бункера; 8 – контейнероопракидователь типа 0-90°; 9 – контейнероопракидователь типа 0-70°; 10 – приёмный бункер; 11 – разгрузочный рукав контейнерного вкладыша.

Время вертикальной погрузки контейнера насыпными грузами можно определить:

$$t = t_{всн} + \frac{V \cdot \gamma}{Q_{час}}, \text{ час} \quad (1)$$

где  $t_{всн}$  – время на вспомогательные операции, час;  $V$  – внутренний объём контейне-

ра,  $\text{м}^3$ ;  $\gamma$  – объёмная масса груза,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;  $Q_{час}$  – производительность нории,  $\text{т}/\text{ч}$

$$Q_{час} = 3600 \cdot v \cdot \gamma \cdot w, \quad (2)$$

$v$  – скорость истечения насыпных грузов из выпускного отверстия бункера,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$$v = \lambda \cdot \sqrt{\frac{3,2 \cdot g \cdot w}{P}}, \quad (3)$$

$\lambda$  – коэффициент истечения;  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $P$  – площадь выпускного отверстия бункера,  $\text{м}$

$$P = 2 \cdot (A + B), \quad (4)$$

где  $A$  – расчетный размер меньшей стороны выпускного отверстия,  $\text{мм}$ ;  $B$  – размер стороны выпускного отверстия,  $\text{мм}$ ;  $w$  – расчётная площадь выпускного отверстия бункера,  $\text{м}^2$ .

-для прямоугольного отверстия:

$$w = (A - a) \cdot (B - a), \quad (5)$$

$a$  – наибольший размер средней частицы груза,  $\text{мм}$ .

После преобразования формул получили:

$$t = t_{всн} + \frac{V}{3600 \cdot \lambda \cdot \sqrt{\frac{3,2 \cdot g \cdot w}{P}} \cdot w}, \text{ час} \quad (6)$$

По разработанной методике можно определить предварительно затрачиваемое время на вертикальную загрузку или разгрузку насыпных грузов.

2 этап – обоснование целесообразности перевозки путём экономических расчётов. На данном этапе разрабатывается технология и условия перевозок, подбираются технические средства, обеспечивающие сохранность и безопасность перевозок грузов в контейнерах, разрабатывается технология погрузки груза в зависимости от условий перевозки, а также выбора транспортной тары.

### Разработка алгоритма поиска рационального размещения насыпных грузов в универсальном контейнере

В рамках исследования разработан алгоритм поиска рационального размещения насыпных грузов в универсальном контейнере предварительно затаренных в транспортную тару. Алгоритм поиска схемы размещения приведены на рис. 3.

Алгоритм состоит из следующих основных действий: ввод параметров мешков, поддонов, «биг-бегов» и универсальных контейнеров; поиск рационального размещения насыпных грузов, перевозимых в мешках, поштучно; поиск рационального размещения насыпных грузов, перевозимых в транспортных пакетах, поиск рационального размещения насыпных грузов, перевозимых в «биг-бегах»; оценка вариантов размещения насыпных грузов в универсальном контейнере.

Описание блок-схемы алгоритма:

1 – начало поиска рационального размещения насыпных грузов в универсальном контейнере;

2 – ввод всевозможных параметров ( $L$ ,  $B$ ,  $H$  – длина, ширина и высота соответственно универсального контейнера, мм;  $a$ ,  $\beta$ ,  $\sigma$  – длина, ширина и высота соответственно мешка, мм;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – длина, ширина и высота соответственно транспортного пакета, мм;  $l$ ,  $d$ ,  $h$  – длина, ширина и высота соответственно биг-бега, мм;  $q_{\text{конт}}$  – грузоподъемность контейнера, т;  $q_{\text{пак}}$  – грузоподъемность поддона, т;  $g_{\text{меш}}$  – вместимость мешка с насыпным грузом, 50 кг;  $g_{\text{биг}}$  – масса биг-бега с насыпным грузом, кг;  $\lambda$  – технологический зазор, мм;  $g_{\text{под}}$  – масса поддона, кг;  $h_{\text{под}}$  – высота поддона);

3 – выбор условий перевозки насыпных грузов (в мешках, поштучно; в транспортных пакетах или в мягких контейнерах);

4-24 – определение рационального варианта размещения насыпных грузов в контейнере, перевозимых в мешках, поштучно;

4 – первый вариант размещения мешков поштучно в контейнере. Длинная сторона мешков укладывается вдоль длины контейнера;

5 – определение коэффициента заполнения при первом варианте укладки контейнера насыпным грузом;

6 – принимается, что первый вариант размещения мешков рационален;

7 – второй вариант укладки мешков на поддон. Длинная сторона мешков укладывается вдоль ширины поддона;

8 – определение коэффициента заполнения контейнера при втором варианте размещения насыпных грузов;

9-10 – проверка оптимальности второго варианта размещения мешков в контейнере;

11 – третий вариант размещения мешков в контейнере. Половина слоев размещается по первому варианту, а остальные по второму варианту. Для устойчивости штабеля варианты укладки чередуются;

12 – определение коэффициента заполнения контейнера при третьем варианте размещения насыпным грузом;

13-14 – проверка оптимальности третьего варианта размещения мешков в контейнере;

15 – четвертый вариант размещения мешков в контейнере. Половина слоев размещается по второму варианту, а остальные по первому варианту. Для устойчивости штабеля варианты укладки чередуются;

16 – определение коэффициента заполнения контейнера при четвертом варианте размещения насыпных грузов;

17-18 – проверка оптимальности четвертого варианта размещения мешков в контейнере;

19-20 – циклический перебор вариантов схем размещения мешков, поштучно;

21 – определение рационального способа размещения мешков поштучно в контейнере;

22 – определение массы транспортной партии насыпных грузов, перевозимых в мешках, поштучно;

23 – проверка условия грузоподъемности контейнера;

24 – печать схемы размещения насыпных грузов в мешках, уложенных в универсальный контейнер поштучно;

25-39 – определение рационального варианта размещения насыпных грузов в контейнере, перевозимых в транспортных пакетах;

25 – укладка мешков на поддон по первому варианту. Укладка длинной стороной мешка по длине поддона, докладки нет, частичная увязка;

26 – определение коэффициента заполнения поддона при первом варианте укладки мешков;

27 – принимается, что первый вариант укладки мешков на поддон обеспечивает максимальное заполнение;

28 – укладка мешков на поддон по второму варианту. Укладка длинной стороной

мешка по ширине поддона, докладки нет, частичная увязка;

29 – определение коэффициента заполнения поддона при втором варианте укладки мешков;

30-31 – проверка рационального варианта укладки мешков;

32 – определения рационального способа укладки мешков на поддон;

33 – определение массы транспортного пакета;

34 – проверка условия грузоподъемности поддона;

35 – определение количества размещаемых транспортных пакетов в контейнере

$$[4]: N_{\text{конт}} = \left[ \varepsilon \left\{ \frac{L}{b + \lambda} \right\} \cdot 1 + \varepsilon \left\{ \frac{L}{a + \lambda} \right\} \right] \cdot \varepsilon \left\{ \frac{H}{c + h_{\text{под}}} \right\};$$

36 – определение общего количества мешков в универсальном контейнере [4]:

$$\varphi_2 = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot \delta \cdot R_2}{a \cdot b \cdot c};$$

37 – определение массы транспортной партии насыпных грузов, перевозимых в транспортных пакетах;

38 – проверка условия грузоподъемности контейнера;

39 – печать схемы размещения насыпных грузов, перевозимых в транспортных пакетах;

40-44 – определение рационального варианта размещения насыпных грузов в контейнере, перевозимых в транспортных пакетах;

40 – определение общего количества биг-бегов в универсальном контейнере [4]:

$$N_1 = \varepsilon \left\{ \frac{L}{l} \right\} \cdot \varepsilon \left\{ \frac{B}{d} \right\} \cdot \varepsilon \left\{ \frac{H}{h} \right\};$$

41 – определение коэффициента заполнения варианта размещения биг-бегов в универсальных контейнерах [5]:

$$\mu_1 = \frac{l \cdot d \cdot h \cdot N_1}{L \cdot B \cdot H};$$

42 – определение массы транспортной партии насыпных грузов, перевозимых в биг-бегах;

43 – проверка условия грузоподъемности контейнера;

44 – печать схемы размещения груза, перевозимого в «биг-бегах»;

45 – конец.

Общая стоимость доставки 1 тонны груза может быть определена по формуле:

$$c = \frac{1}{q} \cdot (C_{\text{пер}} + C_{\text{тара}} + C_{\text{ног}} + C_{\text{разг}}), \text{ сум/т} \quad (7)$$

где  $q$  – размер транспортной партии груза, т;  $C_{\text{пер}}$  – стоимость перевозки груза, млн. сум;  $C_{\text{тара}}$  – стоимость тары и упаковки груза, млн. сум;  $C_{\text{ног}}$  – стоимость погрузки транспортной партии груза, млн. сум;  $C_{\text{разг}}$  – стоимость разгрузки транспортной партии груза, млн. сум.

Стоимость простоя транспортных средств под погрузкой или выгрузкой может быть включена в стоимость соответствующих погрузочно-разгрузочных операций, а стоимость маневровых работ будет одинакова в обоих рассматриваемых вариантах – независимо каким способом перевозятся насыпные грузы.

При исследовании области экономической эффективности перевозки были выполнены многочисленные расчёты стоимости перевозок.

Стоимость перевозки принималась по Прейскуранту 10-01 с коэффициентом 0,55 от 1 марта 2019 года НР 1896 28/2 2349 у., плата за перевозку каждого контейнера в вагонах на расстояние 1000 км.

Расходы на затаривание груза в мешки с вместимостью 50 кг:

$$C_{\text{тара}}^I = N_{\text{меш}} \cdot S_{\text{меш}} = S_{\text{меш}} \cdot \frac{q}{q_{\text{меш}}}, \text{ сум} \quad (8)$$

где  $N_{\text{меш}}$  – количество полипропиленовых мешков для транспортной партии груза  $q$ ;  $q_{\text{меш}}$  – масса полипропиленовых мешков с грузом, 50 кг;  $S_{\text{меш}}$  – стоимость за один полипропиленовый мешок, сум.

Расходы, связанные с формированием транспортного пакета из полипропиленовых мешков:

$$C_{\text{тара}}^{II} = N_{\text{меш}} \cdot S_{\text{меш}} + N_{\text{под}} \cdot S_{\text{под}} = S_{\text{меш}} \cdot \frac{q}{g_{\text{меш}}} + S_{\text{под}} \cdot \frac{q}{G}, \text{ сум} \quad (9)$$

где  $N_{\text{под}}$  – количество деревянных поддонов, под.;  $S_{\text{под}}$  – стоимость деревянных поддонов, сум;  $G$  – масса одного транспортного пакета груза, кг.

Расходы, связанные с упаковкой груза в мягкие контейнеры с грузоподъемностью 1 тонна [4]:

$$C_{\text{тара}}^{\text{III}} = N_{\text{биг}} \cdot S_{\text{биг}} = S_{\text{биг}} \cdot \frac{q}{g_{\text{биг}}}, \text{ сум} \quad (10)$$

где  $N_{\text{биг}}$  – количество мягких контейнеров для затарки необходимой транспортной партии груза  $q$ ;  $g_{\text{биг}}$  – масса мягкого контейнера с грузом, кг;  $S_{\text{биг}}$  – стоимость одного мягкого контейнера, сум.

Расходы на покупку специализированных контейнерных вкладышей:

$$C_{\text{тара}}^{\text{IV}} = N_{\text{вкл}} \cdot S_{\text{вкл}}, \text{ тыс. сум} \quad (11)$$

где  $N_{\text{вкл}}$  – число специализированных контейнерных вкладышей;

$S_{\text{вкл}}$  – стоимость одного специализированного контейнерного вкладыша, сум.

Определение стоимости погрузочно-разгрузочных работ:

$$C_{\text{ноз}} = \frac{w \cdot q \cdot 3П}{T \cdot t_{\text{нрр}}} + [S_{\text{о.р}} \cdot (\alpha_{\text{о.р}} + \beta_{\text{о.р}} + H_u) + S_{\text{эл}} \cdot (\alpha_{\text{эл}} + \beta_{\text{эл}} + H_u) + S_{\text{конв}} \cdot (\alpha_{\text{конв}} + \beta_{\text{конв}} + H_u) + 1.1 \cdot B_{\text{зр}} \cdot B_{\text{о.р}} \cdot S_{\text{зр}} \cdot (\alpha_{\text{зр}} + \beta_{\text{зр}} + H_u) + S_{\text{рв}} \cdot (\alpha_{\text{рв}} + \beta_{\text{рв}} + H_u) + S_{\text{нм}} \cdot (\alpha_{\text{нм}} + \beta_{\text{нм}} + H_u)] \cdot \frac{1}{365} \quad (12)$$

где  $w$  – трудоемкость погрузки или разгрузки 1 тонны груза, чел-час/т;  $3П$  – заработная плата рабочего в месяц, сум/месяц;  $T$  – среднее число рабочих дней в месяце, 21 день/месяц;  $t_{\text{нрр}}$  – время погрузки-разгрузки грузов из контейнера, час;  $S_{\text{о.р}}$  – стоимость опорной рампы контейнера, сум.;  $\alpha_{\text{о.р}}\%$  – норма амортизационных отчислений за год на полное восстановление и капитальный ремонт опорной рампы контейнера;  $\beta_{\text{о.р}}$  – норма отчислений на текущий ремонт опорной рампы контейнера;  $H_u$  – ставка налога на имущество;  $S_{\text{эл}}$  – стоимость электропогрузчика, сум.;  $\alpha_{\text{эл}}$  – норма амортизационных отчислений за год на полное восстановление и капитальный ремонт электропогрузчика, %;  $\beta_{\text{эл}}$  – норма отчислений на текущие ремонты электропогрузчика, %;  $S_{\text{конв}}$  – стоимость передвижного конвейера, сум.;  $\alpha_{\text{конв}}$  – норма амортизационных отчислений за год на полное восстановление и капитальный ремонт электропогрузчика, %;  $\beta_{\text{конв}}$  – норма отчислений на текущие ремонты электропогрузчика, %;  $B_{\text{зр}}$  – ширина крытой грузовой рампы с козырьком, 5,5 м;  $B_{\text{о.р}}$  – ширина опорной рампы контейнера, 3 м;  $S_{\text{зр}}$  – удельная стоимость 1 м<sup>2</sup> крытой

грузовой рампы, сум.;  $\alpha_{\text{зр}}\%$  – норма амортизационных отчислений за год на полное восстановление и капитальный ремонт грузовой рампы, %;  $\beta_{\text{зр}}$  – норма отчислений на текущие ремонты грузовой рампы, %; 1,1 – коэффициент, учитывающий стоимость освещения грузовой рампы;  $S_{\text{р.в}}$  – стоимость раздвижных ворот из склада на рампу, с электроприводом, сум;  $\alpha_{\text{р.в}}$  – норма амортизационных отчислений за год на полное восстановление и капитальный ремонт раздвижных ворот, %;  $\beta_{\text{р.в}}$  – норма отчислений на текущие ремонты раздвижных ворот, %;  $S_{\text{нм}}$  – стоимость перегрузочного мостика, сум.;  $\alpha_{\text{нм}}$  – норма амортизационных отчислений за год на полное восстановление и капитальный ремонт перегрузочного мостика, %;  $\beta_{\text{нм}}$  – норма отчислений на текущий ремонт перегрузочного мостика, %; 365 – число дней в году.

Трудоемкость работ  $w$  определялась по «Межотраслевым нормам времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы» в следующих размерах:

$w = 0,254$  чел-час/т – для варианта погрузки или разгрузки штучных грузов (мешки с грузом от 50-80 кг) передвижным конвейером;

$w = 0,073$  чел-час/т – для варианта погрузки или разгрузки пакетированных грузов на поддонах электропогрузчиком грузоподъемностью 1,5 т;

$w = 0,073$  чел-час/т – для варианта погрузки или разгрузки мягких контейнеров электропогрузчиком грузоподъемностью 1,5 т.

При определении общей стоимости доставки грузов расходы на погрузку и на разгрузку грузов принимались одинаковыми, т.е. стоимость, вычисленная по формуле (12), удваивалась.

Определение стоимости погрузочно-разгрузочных работ по четвертому способу (см. рис. 1).

$$C_{\text{ноз}} = \frac{w \cdot q \cdot 3П \cdot 1,36}{T \cdot t_{\text{ноз}}} + S_{\text{ок}} \cdot (\alpha_{\text{ок}} + \beta_{\text{ок}} + H_u) \cdot \frac{1}{365}, \text{ сум} \quad (13)$$
$$C_{\text{разг}} = \frac{w \cdot q \cdot 3П \cdot 1,36}{T \cdot t_{\text{разг}}} + S_{\text{ок}} \cdot (\alpha_{\text{ок}} + \beta_{\text{ок}} + H_u) \cdot \frac{1}{365}$$

где  $t_{\text{ноз}}$  – время погрузки груза в контейнер с применением отпускных труб;  $t_{\text{разг}}$  – время разгрузки груза из контейнера самотёком в приёмный бункер;  $S_{\text{ок}}$  – стои-

мость опрокидывателя-контейнеров, сум;  
 $\alpha_{o,p}$  – норма амортизационных отчислений за год на полное восстановление и капитальный ремонт опрокидывателя-контейнеров, %;

$\beta_{o,p}$  – норма отчислений на текущий ремонт опрокидывателя-контейнеров, %;

Трудоёмкость работ  $w$  определялась по «Межотраслевым нормам времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы» по аналогии пункта 3.5.11 и 3.5.12 в следующих размерах:

$w = 0,019$  чел-час/т – для варианта погрузки насыпных грузов в контейнер отпусковыми трубами диаметром 220 мм;

$w = 0,014$  чел-час/т – для варианта разгрузки насыпных грузов самотеком в приёмный бункер.

При определении общей стоимости доставки насыпных грузов расходы на погрузку и на разгрузку грузов суммировались по формуле (13).

Результаты расчетов эффективности перевозки насыпных грузов в контейнерах приведены на рисунке 4.

Из рисунка 4 видно, что суммарные расходы за перевозку груза в контейнерах колеблются в зависимости от объёмной массы груза по принятым способам расчёта с одинаковой закономерностью. Минимальное значение их достигается при перевозке насыпью, при котором суммарные расходы доставки уменьшаются в среднем на 90-100 сум за одну тонну-км перевозимого груза. Перевозка груза в мягких контейнерах сокращает расходы всего на 50-60 сум относительно первого способа.

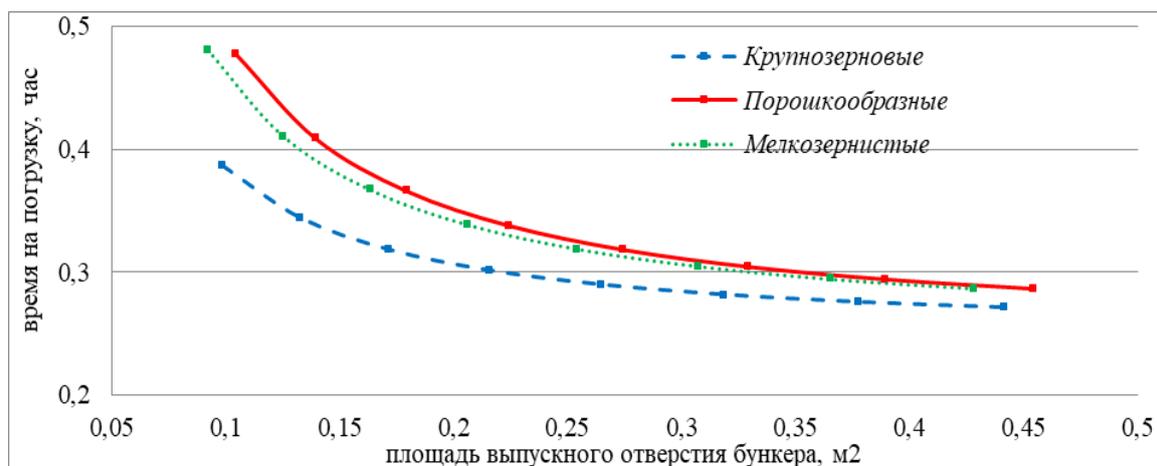


Рис. 2 – Зависимость времени погрузки насыпных грузов от площади выпускного отверстия бункера

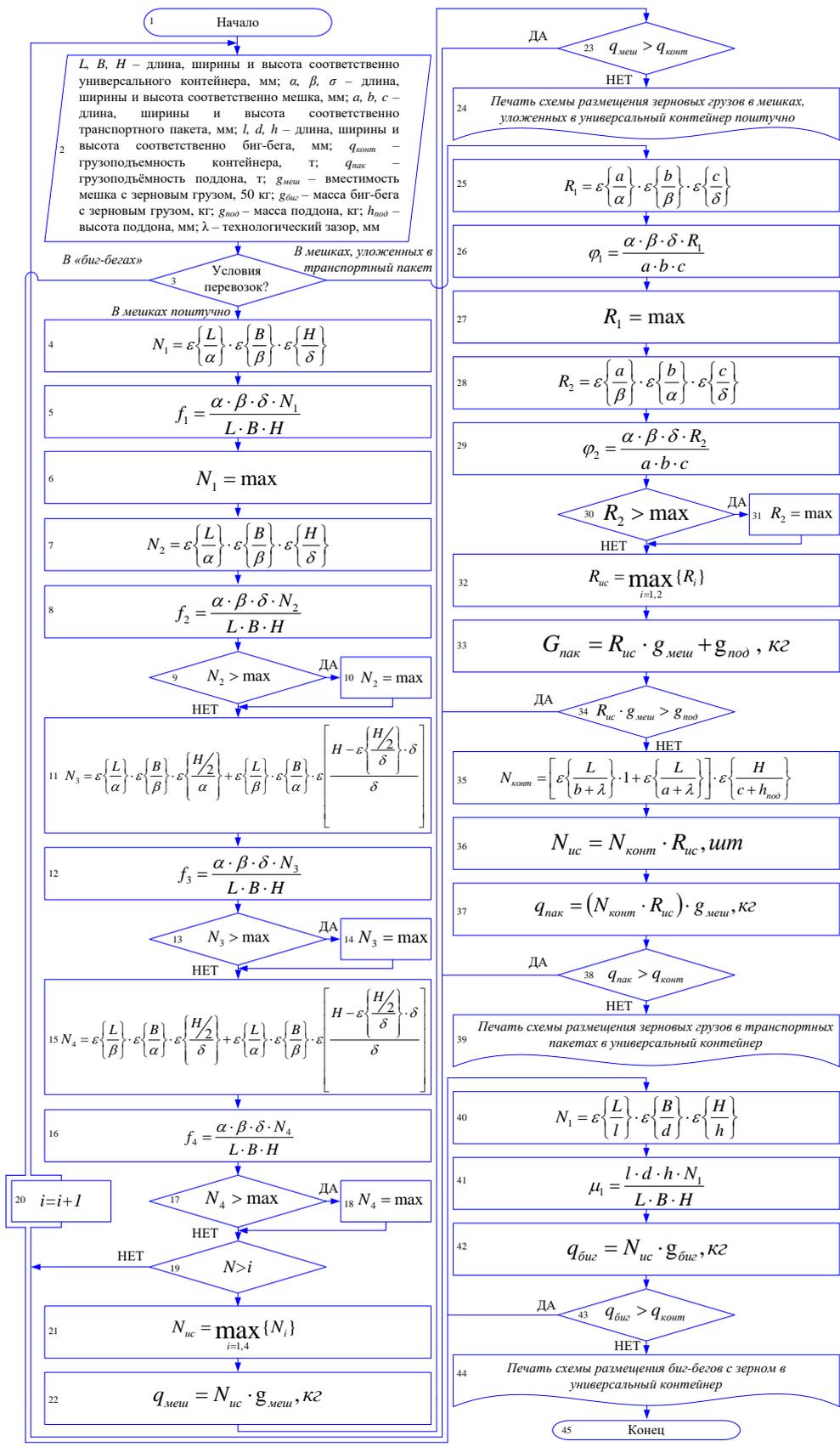


Рис. 3 – Алгоритм поиска рационального размещения затаренных насыпных грузов в универсальном контейнере

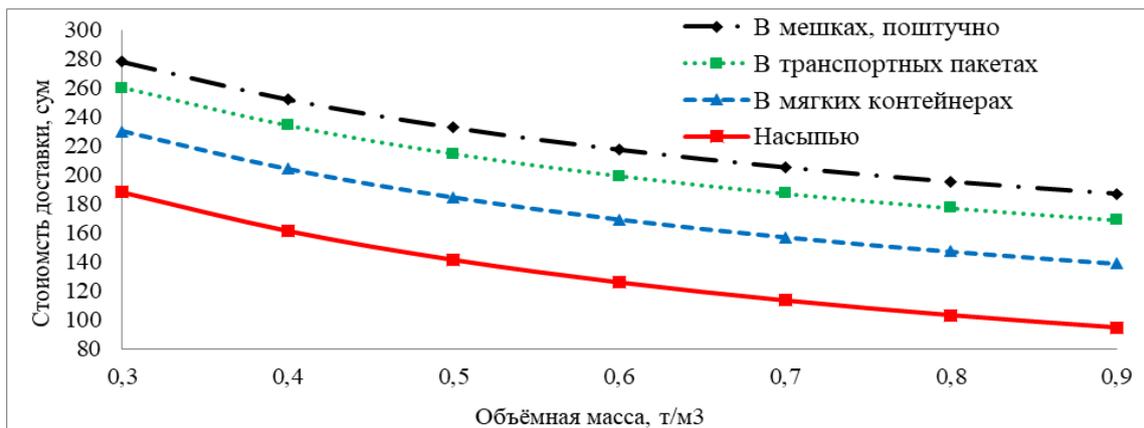


Рис.4 – Зависимость расходов от стоимости доставки 1 тонны и объёмной массы насыпного груза

### Список литературы

1. Илесалиев Д.И. Влияние расположения проходов между стеллажами на показатели работы склада водного транспорта / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коровяковский // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2015. № 6 (34). С. 52-59.

2. Илесалиев Д.И. Обоснование метода переработки тарно-штучных грузов на перевалочных складах в цепях поставок. Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Петерб. гос. ун-т путей сообщ. Императора Александра I. Санкт-Петербург, 2016

3. Илесалиев Д.И. К вопросу о схеме размещения стеллажей на складе / Д.И. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2017. № 1. С. 99-106.

4. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных параметров погрузочно-разгрузочного участка с помощью математических методов / Д.И. Илесалиев // В сборнике: Транспорт: проблемы, идеи, перспективы. Сборник трудов LXXV юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 227-233.

5. Илесалиев Д.И. Использование различных схем расположения проходов склада тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // В сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. 2015. С. 174-176.

6. Pesaliev D., Avaz M. Research package efficiency general cargo. International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Т. 9. № 1. С. 6880-6884.

7. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 3 (44). С. 55-63.

8. Илесалиев Д.И. Увеличение массы партии грузов за счет рационального выбора транспортной тары / Д.И. Илесалиев // Известия Транссиба. 2018. № 2 (34). С. 21-29.

9. Pesaliev D.I., Abduvakhitov S.R., Ismatullaev A.F., Makhmatkulov S.G. Research of the main storage area of the container terminal. International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Т. 9. № 1. С. 4625-4630.



УДК (UDC) 656.01

## ИНТЕРМОДАЛЬНЫЕ И МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ ЗЕРНОВЫХ ГРУЗОВ

### INTERMODAL AND MULTIMODAL TECHNOLOGIES FOR TRANSPORTATION OF GRAIN CARGO

Илесалиев Д.И., Азимов Ф.К., Шихназаров Ж.А., Дехконов М.М.  
Ilesaliev D.I., Azimov F.K., Shikhnazarov J.A., Dehkonov M.M.

Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)  
Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan)

**Аннотация.** Исследования в данной статье направлены на технико-технологическое сравнение и установления факторов влияющих на систему перевозок грузов. Результаты исследования в дальнейшем позволят выявить оптимальные параметры системы перевозок грузов и тем самым обеспечить эффективную доставку грузов в цепях поставок. Объектом исследования являются насыпные грузы, перевозимые на железнодорожном транспорте.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, интермодальные перевозки, мультимодальные перевозки, железнодорожные перевозки, насыпной груз, размещение груза, способы погрузки

**Дата принятия к публикации:** 16.10.2021  
**Дата публикации:** 22.12.2021

**Abstract.** The research in this article is aimed at technical and technological comparison and the establishment of factors affecting the system of cargo transportation. The results of the study in the future will make it possible to identify the optimal parameters of the cargo transportation system and thereby ensure the efficient delivery of goods in supply chains. The object of the study is bulk cargo transported by rail

**Keywords:** rail transport, intermodal transportation, multimodal transportation, rail transportation, bulk cargo, cargo placement, loading methods

**Date of acceptance for publication:** 16.10.2021  
**Date of publication:** 22.12.2021

#### Сведения об авторах:

**Илесалиев Дауренбек Ихтиярович** – доктор технических наук, доцент, кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [ilesaliev@mail.ru](mailto:ilesaliev@mail.ru)

**Азимов Фаррух Кахрамонович** – ассистент, кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [farruxa@mail.ru](mailto:farruxa@mail.ru)

**Шихназаров Жамол Алишерович** – ассистент, кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [Jamolalisherovich@mail.ru](mailto:Jamolalisherovich@mail.ru)

**Дехконов Мирали Мирхон угли** – ассистент, кафедры «Транспортно-грузовые системы», Ташкентского государственного транспортного университета, e-mail: [dehqonov\\_mirali@mail.ru](mailto:dehqonov_mirali@mail.ru)

#### Authors' information:

**Ilesaliev Daurenbek Ixtiyarovich** – Doctor of Technical Sciences, docent, department of "Transport and Cargo Systems", Tashkent state transport university, e-mail: [ilesaliev@mail.ru](mailto:ilesaliev@mail.ru)

**Azimov Farrukh Kakhramonovich** – assistant, department of "Transport and Cargo Systems", Tashkent state transport university, e-mail: [farruxa@mail.ru](mailto:farruxa@mail.ru)

**Shikhnazarov Jamol Alisherovich** – assistant, department of "Transport and Cargo Systems", Tashkent state transport university, e-mail: [jamolalisherovich@mail.ru](mailto:jamolalisherovich@mail.ru)

**Dehqonov Mirali Mirxon ugli** – assistant, department of "Transport and Cargo Systems", Tashkent state transport university, e-mail: [dehqonov\\_mirali@mail.ru](mailto:dehqonov_mirali@mail.ru)

#### Введение

На сегодняшний день перевозка зерна на железнодорожном транспорте осуществляется в специализированных вагонах. Содержание таких вагонов входит в дополнительные расходы, кроме того, имеет место дефицит.

В связи с этим возникает необходимость внедрения инновационных технологий, обусловленных уменьшением расходов логистических издержек на доставку грузов. Для решения данной задачи необходимо проанализировать существующие способы доставки насыпных грузов в универсальных контей-

нерах. В статье на основе диаграмма Исикавы определены технико-технологические проблемы при доставке зерновых грузов железнодорожным транспортом [1-11].

На сегодняшний день основным типом транспортных средств для осуществления перевозки зерновых грузов являются специализированный подвижной состав – хоппер-зерновозы. Хоппер-зерновоз имеет кузов вида «воронки», у которой в нижней части расположены разгрузочные люки для выгрузки грузов. Из-за выгрузки зерновых грузов самотёком данный тип вагонов считается эффективным. Однако не всегда данный тип вагонов является эффективным, так как специализированные вагоны длительное время находятся на путях отстоя, что увеличивает их обслуживание и содержание в денежном эквиваленте. Также необходимо отметить, что данный тип вагонов не достаточно отвечает принципам логистики из-за возврата «порожняком», что в свою очередь выливается в дополнительные расходы. На железных дорогах Узбекистан прослеживается тенденция проследования хоппер-зерновозов в Кубань за зерном в порожнем состоянии и возврат их с грузом в течении 2х месяцев, в связи с чем в вагонном парке происходит дефицит специализированных вагонов.

Зерновые грузы также перевозятся в крытых вагонах, у которых имеются верхние загрузочные люки. Одной из больших преимуществ перевозки зерновых грузов в крытых вагонах является их низкий тариф. В плане логистики перевозки насыпных грузов в крытых вагонах являются эффективными из-за универсальности, что в свою очередь означает, что данный тип вагонов позволяет избежать обратного порожнего пробега. Погрузка зерновых грузов осуществляется, как и у хоппер-зерновоза, но при этом необходимо предварительно установить дверные заграждения. Зачастую казахские экспортёры проделывают верхние «люки» в крытых вагонах, у которых не имеются загрузочных люков и отправляют в адрес узбекских мукомольных предприятий. Простои в таких случаях достигают до 7-8 часов, а если речь идёт о затаривании зерновых грузов в мешки или в биг-беги, то до 9 часов.

В последнее время из-за дефицита специализированного подвижного состава появляется возможность перевозки зерновых грузов в полувагонах с использованием вагонных вкладышей (см. рис.1).

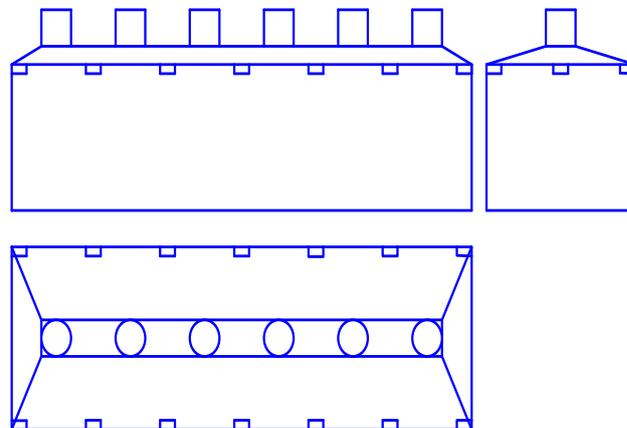


Рис. 1 – Вагонный вкладыш с загрузочными рукавами

Однако для этого АО «Узбекистон темир йуллари» должны скорректировать перечень перевозимых грузов насыпью. После принятия ряда решений будет возможность перевозить зерно в полувагонах на общих условиях.

Применение вагонных вкладышей железной дорогой Узбекистана позволит:

- повысить эффективность организации перевозок при доставке зерновых грузов железнодорожным транспортом;
- сократить порожний пробег полувагонов;
- защитить от потери части зерна через конструктивные щели вагона;
- высвободить специализированные вагоны для перевозки импортных перевозок грузов.

Недостатком таких перевозок является низкое обеспечение сохранности перевозки зерновых грузов от хищения.

Целесообразность перевозки зерновых грузов железнодорожным транспортом в зависимости от дальности перевозки и размера массы транспортной партии зерна может быть подтверждена расчётами экономических показателей.

С увеличением дальности перевозки стоимость перевозки увеличивается. Стоимость перевозок принималась по Прейскуранту 10-01. Перевозка зерна в специализированных

вагонах хопперах принималась по схеме № 4. Доставка зерна в крытых и полувагонах рассчитывались по схеме № 1 Прейскуранта 10-01. Расчет стоимости перевозки зерна в универсальных контейнерах производилась по схеме № 97.

Графики зависимости (рис. 2) перевозки зерна от дальности расстояния и массы зерна в транспортном средстве с льготным коэффициентом от 01 марта 2019 года № 1896 28/2 2349 у.

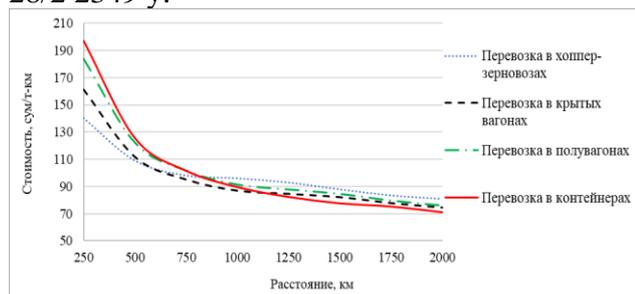


Рис. 2 – Зависимость стоимости 1 т-км перевозок зерна, от дальности перевозок и размера транспортной партии груза

Из графиков рисунка 2 видно, что на малых расстояниях до 500 км дешевле зерно перевозить в специализированных вагонах, от 500 до 1250 в универсальных вагонах, однако это может быть ошибочное мнение, так как в расчётах не учитывались стоимость погрузочно-разгрузочных операций. Анализ рис. 2 показывает, что на дальние дешевле перевозить зерно расстояния.

Часто применяемый и наиболее примитивный способ перевозки зерновых грузов в контейнерах является их доставка в мешках, поштучно (см. рис. 3, а).

Наиболее распространённая технология перевозок зерновых грузов в универсальных контейнерах в мешках, поштучно приведена на рис. 3, а. Способ доставки поштучно не требует дополнительных расходов на поддоны и другие средства пакетирования, обеспечивает более плотную погрузку; не требуют дополнительных расходов на крепление грузов. Перевозка поштучно требует применения ручного труда. Кроме низкой производительности грузовых операций такие перевозки приводят к потерям продукции. Проблема решается переходом на пакетные перевозки (см. рис. 3, б). Данная технология перевозок имеет ряд преимуществ по срав-

нению с перевозками поштучно, которая заключается в сокращении трудозатрат на перегрузочные операции и штат рабочих, снижение себестоимости погрузочно-разгрузочных работ и доставки в целом.

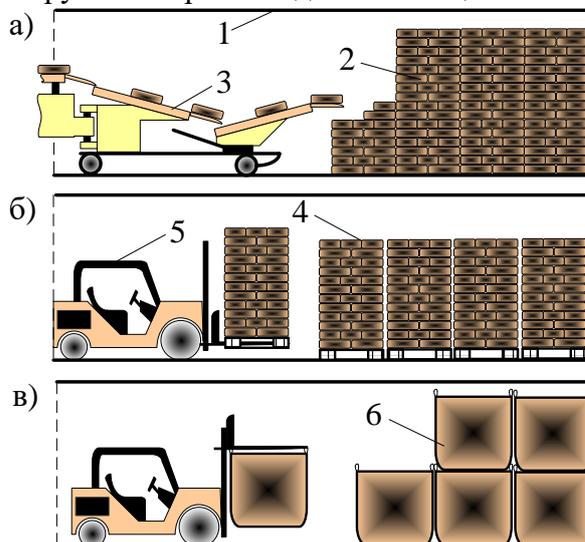


Рис. 3 – Способы погрузки насыпных грузов предварительно в затаренном виде: а – в мешках (поштучно); б – в транспортных пакетах; в – мягких контейнерах (в биг-бегах)

На рис. 3: 1 – универсальный контейнер; 2 – насыпные грузы, затаренные в мешки; 3 – транспортный пакет, сформированный из мешков; 4 – электропогрузчик; 6 – мягкий контейнер.

За последнее время перевозка насыпных грузов в мягких контейнерах (биг-беги) вытесняют другие виды перевозок (см. рис. 3, в). Мягкие контейнеры – универсальны и могут быть адаптированы под любое погрузочно-разгрузочное оборудование. Преимущества данного способа заключается в невысокой стоимости и эффективности перегрузочных работ, в возможности многократного использования, а также в возможности хранения на открытых площадках. Впрочем, такой способ доставки имеет и свои недостатки в требовании особых условий перегрузки грузов, а также не полное использование контейнера.

На рисунке 4: а – в мешках (поштучно); б – в транспортных пакетах; в – мягких контейнерах (в биг-бегах); г – при применении контейнерного вкладыша

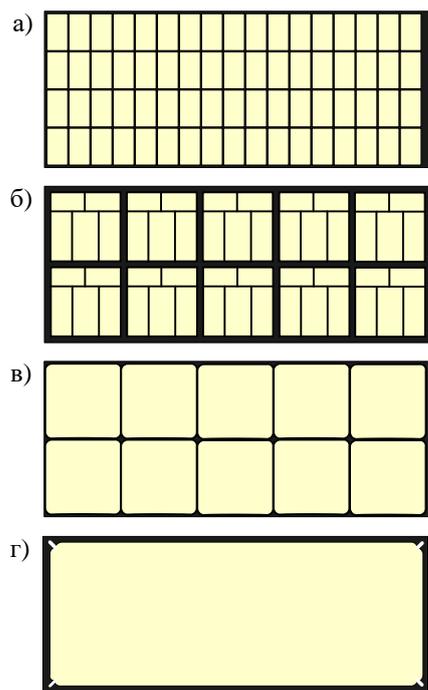


Рис. 4 – Сравнение вариантов загрузки насыпных грузов

Основным недостатком вышеперечисленных способов доставки насыпных грузов является не только простой под погрузочно-разгрузочными операциями, но и не эффективное использование вместимости универсального контейнера. Как видно из рисунка 4, применение контейнерного вкладыша позволяет практически полностью использовать универсальный контейнер по вместимости.

Контейнерный вкладыш – это специализированная тара, которая защищает перевозимый насыпной груз в контейнерах от влаги, пыли и различных воздействий. Особая пропиленовая ткань позволяет «дышать» насыпному грузу в контейнере, который вентилируется за счёт системы вытяжки, при этом исключает попадание влаги в контейнер. Стоит отметить, что использование контейнерного вкладыша позволяет минимизировать естественную убыль насыпного груза при транспортировке. Испытание универсального контейнера с контейнерным вкладышем произвела транспортно-логистическая компания КонтРейл – Байт – Сибирь по маршруту со станции г. Новосибирска по Дальневосточному транспортному коридору в морские порты.

Погрузка насыпного груза может производиться различными способами, которые

можно поделить на горизонтальную и вертикальную погрузку. При горизонтальной погрузке производится заполнение грузового пространства насыпным грузом, поступающим по конвейеру (см. рис. 5, а) либо по отпусковой трубе (см. рис. 5, б), а также и по пневматическому устройству (см. рис. 5, в).

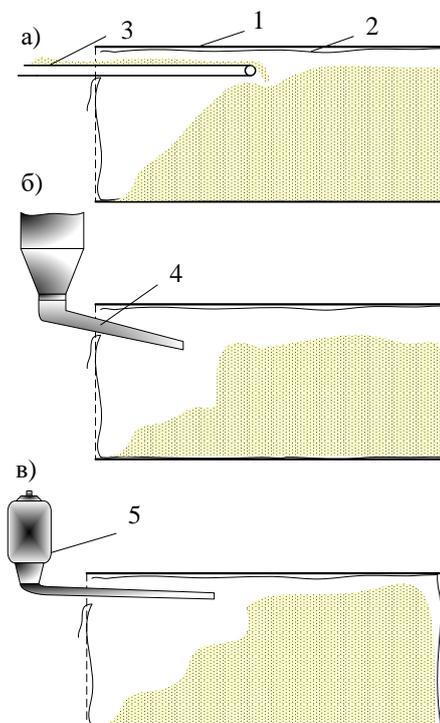


Рис. 5 – Способы горизонтальной погрузки насыпных грузов, перевозимых навалом

На рис. 5: а) с помощью конвейера; б) с помощью отпусковой трубы; в) с помощью пневматического устройства: 1 – универсальный контейнер; 2 – контейнерный вкладыш; 3 – конвейер; 4 – отпусковая труба; 5 – пневматическое устройство.

Недостатком выше рассмотренной технологии является то, что при горизонтальной погрузке не удаётся заполнить контейнер до конца, однако всё же данный способ гораздо эффективнее, чем перевозка в затаренном виде.

Вертикальная погрузка (см. рис. 6) в свою очередь осуществляется с помощью контейнероопрокидывателя, который имеет возможность переводить контейнер в вертикальное положение. Время загрузки обычно занимает 20-25 минут, при этой технологии вместимость контейнера максимальна.

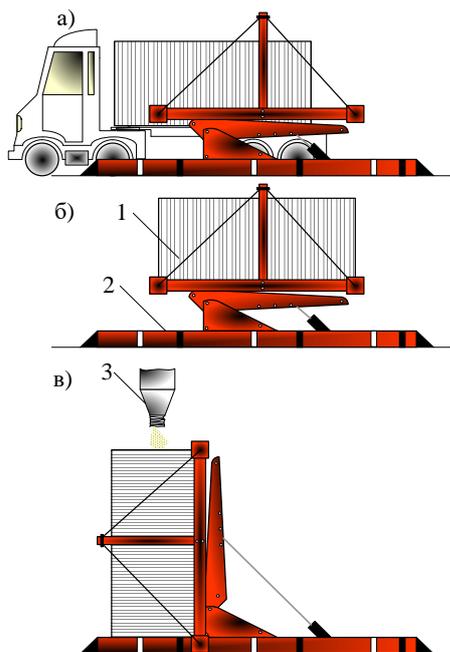


Рис. 6 – Вертикальная погрузка насыпных грузов перевозимых навалом: 1 – универсальный контейнер; 2 – контейнерооформитель; 3 – питатель бункера

При выгрузке контейнер устанавливается под наклоном (угол наклона должен составлять 30-45°), насыпной груз засасывается под действием вакуума (см. рис. 7, а). Возможны и такие способы выгрузки (см. рис. 7 б, в) под действием силы тяжести насыпной груз выгружается самотёком.

Перевозка зерновых грузов в универсальных контейнерах с применением специализированного вкладыша позволяет отправителю и перевозчику не зависеть от специализированных вагонов, а также имеет ряд преимуществ по сравнению с общепринятыми:

- возможность использования схемы «от двери до двери»;
- нет необходимости в специализированных складских помещениях;
- минимизация естественной убыли;
- высокая производительность погрузочно-разгрузочных механизмов;
- снижение затрат на железнодорожный тариф;
- гарантированность сроков поставки и др.

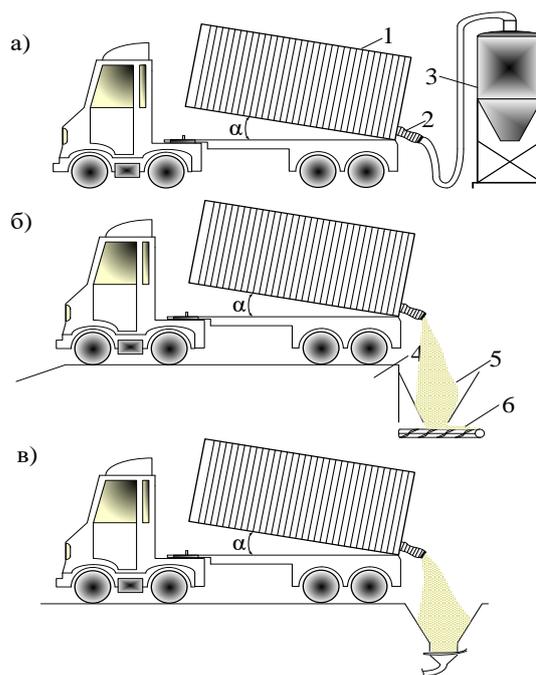


Рис. 7 – Разгрузка зерновых грузов, перевозимых насыпью: а – с помощью силоса; б – с помощью грузовой рампы; в – с помощью приёмочного бункера

На рис. 7: 1 – универсальный контейнер; 2 – выгрузочный рукав контейнерного вкладыша; 3 – силос; 4 – грузовая рампа; 5 – приёмный бункер; 6 – конвейер.

## Выводы

Проведенный анализ позволил сформировать технико-технологические проблемы при доставке зерновых грузов железнодорожным транспортом и установить системные недостатки. Исследованы и выявлены способы погрузки, перевозки и выгрузки зерновых грузов в универсальных контейнерах при различных условиях перевозки. Как обосновано в результате расчётов, перевозка зерновых грузов в контейнерах насыпью возможна лишь при заключении договора с грузоотправителями железной дороги на перевозку зерновых грузов на особых условиях, так как данная схема не предусмотрена правилами перевозок грузов Республики Узбекистан.

### Список литературы

1. Илесалиев Д.И. Влияние расположения проходов между стеллажами на показатели работы склада водного транспорта / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коровяковский // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2015. № 6 (34). С. 52-59.
2. Илесалиев Д.И. Обоснование метода переработки тарно-штучных грузов на перевалочных складах в цепях поставок. Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Петерб. гос. ун-т путей сообщ. Императора Александра I. Санкт-Петербург, 2016
3. Илесалиев Д.И. К вопросу о схеме размещения стеллажей на складе / Д.И. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2017. № 1. С. 99-106.
4. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных параметров погрузочно-разгрузочного участка с помощью математических методов / Д.И. Илесалиев // В сборнике: Транспорт: проблемы, идеи, перспективы. Сборник трудов LXXV юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 227-233.
5. Илесалиев Д.И. Использование различных схем расположения проходов склада тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // В сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. 2015. С. 174-176.
6. Pesaliev D., Avaz M. Research package efficiency general cargo. International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Т. 9. № 1. С. 6880-6884.
7. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 3 (44). С. 55-63.
8. Илесалиев Д.И. Увеличение массы партии грузов за счет рационального выбора транспортной тары / Д.И. Илесалиев // Известия Транссиба. 2018. № 2 (34). С. 21-29.
9. Pesaliev D.I., Abduvakhitov S.R., Ismatullaev A.F., Makhmatkulov S.G. Research of the main storage area of the container terminal. International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Т. 9. № 1. С. 4625-4630.
10. Илесалиев Д.И. Рекомендации по организации и управлению складом от А до Z / Д.И. Илесалиев // Логистика 2018. № 1 (134). С. 18-20.
11. Илесалиев Д.И. Рациональное использование грузоподъемности и вместимости крытых вагонов при перевозке тарно-упаковочных грузов / Д.И. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2018. № 2. С. 232-238.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ  
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ  
«Транспорт шёлкового пути»  
"Silk Road Transport"

**Учредитель и издатель:**

Негосударственная Некоммерческая организация  
«Научно-исследовательский информатизационный центр»

**Адрес учредителя:**

100006, г. Ташкент,  
проспект Амира Темура, 4  
(+998 71)-238-82-75  
(+998 90) 925-87-08

Дата размещения сетевого издания в сети Интернет  
на официальном сайте <http://srt.aitm.uz/> 31.12.2021