



**Оксана  
Дмитриевна  
Покровская**  
**Oksana D.  
Pokrovskaya**



**Валерий  
Михайлович  
Самуйлов**  
**Valeriy M.  
Samuylov**

## Организационно-технические решения при проектировании грузовых терминалов в составе международных транспортных коридоров

### Management and technical solutions in the design of cargo terminals as a part of international transport corridors

#### Аннотация

В статье рассмотрены вопросы организационно-технического решения оборудования грузового терминала для сыпучих грузов. Дан обзор современных крупнейших балкерных терминалов России, проанализированы типовые технологические схемы, состав оборудования. Дан ряд рекомендаций по техническому проектированию грузовых терминалов.

**Ключевые слова:** грузовой терминал, сыпучие грузы, технологическое проектирование, погрузочно-разгрузочное оборудование, организационно-техническое решение, международные транспортные коридоры.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-13-24

#### Summary

The paper addresses the issues of management and technical solutions to equip a bulk cargo terminal. A review of modern Russia's largest dry bulk terminals is given; typical flow diagrams and equipment mix are analyzed. A number of recommendations on engineering design of cargo terminals are given.

**Keywords:** cargo terminal, bulk cargo, process design, material handling equipment, management and technical solutions, international transport corridors.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-13-24

#### Авторы Authors

**Оксана Дмитриевна Покровская**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав» Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС), Новосибирск; e-mail: insight1986@inbox.ru | **Валерий Михайлович Самуйлов**, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

**Oksana Dmitrievna Pokrovskaya**, PhD in Engineering, Associate Professor of "Logistics, Commercial Operations and Rolling Stock" Department, FGBOU VPO "Siberian State University of Railway Transport", Novosibirsk | **Valeriy Mikhaylovich Samuylov**, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Об актуальности вопроса эффективности принятия технических решений при проектировании и организации работы грузовых терминалов для сыпучих грузов свидетельствует рост существенной доли сухих грузов в объемах грузопереработки российских терминалов. Так, например, грузовые терминалы портов обладают мощностью (по состоянию на 2013 г.):

- Северо-западный бассейн — 330–547 млн тонн, в том числе сухие грузы — 180–307 млн тонн;
- Южный — 340–535 млн тонн, в том числе сухие грузы — 190–330 млн тонн;
- Дальневосточный — 218–307 млн тонн, в том числе сухие грузы — 154–217 млн тонн;
- Северный — 79–116 млн тонн, в том числе сухие грузы — 36–51 млн тонн [3].

По итогам 2011 г. общий грузооборот портов вырос на 1,8% в сравнении с данными за 2010 г. Рост был обусловлен увеличением объемов перевалки угля, зерна и руды.

К портам Дальнего Востока имеют выходы широтные транспортные системы Транссибирской и Байкало-Амурской магистральных железных дорог, пересекающих Евразию. Вдоль дальневосточных берегов проходит Северный морской путь, и, если верить прогнозам о потеплении климата на планете, эта транспортная артерия становится все более привлекательной.

Транссиб — самая длинная железная дорога в мире (9288,2 км). Это ключевая часть транспортного коридора «Запад — Восток». В регионах, которые обслуживает магистраль, сосредоточено 80% промышленного потенциала России и основных природных ресурсов. И роль Транссиба в современном грузодвижении только возрастает [10].

Необходима реализация тех возможностей и преимуществ, которыми Россия обладает, в частности, обеспечение привлекательных для отечественных и зарубежных грузовладельцев транспортно-логистических условий грузодвижения [10].

Очевидно, что развитие терминально-логистической инфраструктуры международных транспортных коридоров отвечает как внешним, так и внутренним экономическим интересам России.

Под международным транспортным коридором (МТК) понимается совокупность наиболее технически оснащенных магистральных транспортных коммуникаций, различных видов транспорта, обеспечивающих перевозки пассажиров и грузов в международном сообщении на направлениях их наибольшей концентрации, связывающих различные страны [7, 8].

Согласно Стратегии развития железнодорожного транспорта в России до 2030 года, Транссиб становится ключевым звеном системы российских железных дорог в обеспечении транспортных связей между Европой и Азией. В последние годы на магистрали значительно повышены качество транспортного обслужива-

ния и степень сохранности перевозимых грузов. Упрощены процедуры таможенного оформления грузов, введен упрощенный порядок декларирования перевозимых грузов в контейнерах. Новые информационные технологии позволяют осуществлять полный контроль за продвижением вагонов и контейнеров в реальном времени.

Сегодня ОАО «Российские железные дороги» рассматривает Транссибирскую магистраль как ключевой аспект модернизации и стратегического развития железнодорожного транспорта до 2030 года.

Так, Транссибирская магистраль уже осуществляет движение контейнерных поездов с укороченным временем оборота до Польши, Германии, Венгрии, Швейцарии со специальными раздвижными колесными парами для перехода с отечественной колеи (1520 мм) на европейскую (1435 мм) [8].

Реализация комплексных проектов общегосударственного значения в сфере транспорта осуществляется в рамках федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)». К таким проектам относятся проекты по развитию Транссибирской магистрали, в том числе формирование опорной сети логистических центров — терминальной сети, отвечающей требованиям высокой пропускной и грузопроводящей способности [10].

Сегодня Транссиб — это современная двухколейная полностью электрифицированная железная дорога. Ее технические возможности позволяют перевозить до 100 млн тонн грузов в год. Реализация мощнейшего потенциала магистрали позволит существенно увеличить грузооборот между Азией и Европой [11]. Поэтому первоочередной задачей является повышение конкурентоспособности сквозной транспортно-логистической услуги на всем транссибирском направлении. Реализовать данную задачу можно, развивая терминальную сеть по ходу Транссиба.

Сеть грузовых терминалов должна быть расположена в непосредственной близости к ходу крупнейшего транспортного коридора и реализовывать функционально-техническую сторону инфраструктуры международного и внутреннего грузодвижения.

В связи с этим технический аспект принятия решений по организации грузовых терминалов (в частности, по направлению Транссиба, главной широтной артерии страны) необходимо рассматривать как ключевое условие реализации Стратегии развития железнодорожного транспорта в России до 2030 года.

В состав международных транспортных коридоров (МТК) включаются транспортные магистрали и объекты, на которых концентрируются внешнеторговые и транзитные грузопотоки, а также звенья транспортной сети, имеющие благоприятные перспективы для привлечения на них указанных потоков.

Необходимо сформировать российскую часть инфраструктуры МТК таким образом, чтобы обеспечить

бесперебойную работу опорной сети региональных логистических центров на основе единого организационно-экономического, информационного, нормативно-правового, кадрового и финансового пространства. Работа логистических центров обеспечит выход к каждому грузоотправителю и грузополучателю, что повысит эффективность всей транспортно-логистической системы.

К основным задачам формирования и развития инфраструктуры МТК относятся:

- 1) согласованное развитие транспортной инфраструктуры с целью интеграции евроазиатских транспортных систем для беспрепятственного передвижения грузов;
- 2) рационализация взаимодействия между различными видами транспорта в интермодальной транспортной цепи;
- 3) оптимизация транспортного процесса с целью повышения качества перевозок и снижения транспортных издержек в конечной стоимости товаров;
- 4) повышение привлекательности инвестиционных проектов развития международных транспортных коридоров.

Один из способов рационального формирования инфраструктурно-сервисной составляющей МТК — реализация рациональных технических решений по созданию и развитию региональной терминальной сети, через которую будет осуществляться выход на МТК [9].

Целью данной работы является рассмотрение организационно-технической стороны проектирования и функционирования грузовых терминалов на примере российских терминалов по переработке сыпучих грузов.

Основные задачи работы:

- 1) рассмотреть типовые технологические схемы работы терминала по обслуживанию сыпучих грузов;
- 2) представить сравнительный обзор технических характеристик грузовых терминалов на примере крупных балкерных комплексов России;
- 3) разработать последовательность принятия технических решений при проектировании терминалов данного типа;
- 4) на основе проведенного анализа составить ряд рекомендаций по технико-технологическому проектированию грузовых терминалов.

Грузовой терминал — система территориально разобщенных объектов, технологически связанных между собой выполняемыми функциями по сбору груза, формированию и расформированию партий, перегрузке на другие виды транспорта, доставке груза конечным потребителям [6].

Балкерный терминал (от англ. bulker, bulk — «навалый груз, специализированное сухогрузное судно для перевозки грузов насыпью (навалом) (зерно, уголь, руда, цемент и др.)») — комплекс технически и технологически взаимоувязанных сооружений и устройств, предназначенных для организации приемо-сдаточных, погрузочно-разгрузочных, сортировочных, коммерческих

и складских операций с сыпучими грузами при взаимодействии нескольких видов транспорта.

Техническое решение грузового терминала — это комплексный план организации технико-технологического функционирования терминала по обработке поступающих и отправляемых грузов несколькими видами транспорта, включая проектирование схем и компоновки грузовых фронтов, технологическое зонирование территории и площади терминала и др.

В данной работе рассматривается организационная сторона технического решения, связанная с выбором схемы, компоновки и оборудования грузовых фронтов по работе с сыпучим грузом.

На выбор грузового терминала и его оборудования влияют транспортная характеристика грузов, величина и характер грузопотока, срок и условия хранения грузов, вид подвижного состава, равномерность прибытия и отправления грузов, размеры прямой перегрузки, размеры инвестиций и эксплуатационных расходов, наличие подъездных путей, собственной инфраструктурной подготовки, складских площадей и др. Следовательно, учет и анализ всех перечисленных факторов усложняет принятие технических решений при организации грузовых терминалов [1, 4, 6].

Основной целью принятия рационального технического решения грузового терминала является (с позиций логистики) отыскание наиболее рациональных способов доставки грузов потребителям в нужное время, требуемого количества, необходимой номенклатуры и качества.

Для достижения данной цели принятия технического решения по механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ с грузом предлагается следующая последовательность:

*1-й этап (подготовительный расчет):* расчет параметров фронтов погрузки-разгрузки с учетом характеристик имеющегося или планируемого грузопотока (рода груза, способа транспортировки, неравномерности грузопотока и условий обеспечения производства работ всеми видами обслуживания и др.), применяемых транспортных и погрузочно-разгрузочных средств, минимальной емкости складских помещений и их состава.

*2-й этап (технико-технологическое обоснование):* расчет и рационализация характеристик используемых погрузочно-разгрузочных фронтов, складов, грузового оборудования и транспортных средств, уточнение размещения и схемы перемещения груза, транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов в технологическом процессе, определение необходимого количества средств механизации, их производительности и интервала подхода подвижного состава.

*3-й этап (заключительный, экономическое обоснование):* уточнение реализуемого набора транспортно-экспедиционных услуг и коммерческого сервиса, определение эффективности и мультипликативного эффекта работы грузового терминала, себестоимости и стоимости

выполнения операций с грузами и подвижным составом, эксплуатационных и иных расходов.

Рассмотрим работу терминалов по обработке навалочных и сыпучих грузов. В табл. 1 представлена

сравнительная техническая характеристика производственных мощностей и инфраструктуры крупнейших грузовых терминалов России по обработке сыпучих грузов.

Таблица 1

Сравнительная техническая характеристика крупных терминалов

№	Наименование, дислокация	Мощность, млн т/год	Собственная инфраструктура	Имеющееся технологическое оборудование
1	ОАО «Балтийский балкерный терминал», Санкт-Петербург	6,2	Два причала: 106-й — длина 265 м, глубина 11,5 м; 107-й — 205 м, глубина 11,5 м. Два крытых склада, вместимость каждого 120 000 т груза. Две ж.-д. станции, длина ж.-д. путей 12 км	2 ковшевых, 3 вилочных и 1 телескопический погрузчик, 2 бокбэа, 2 судопогрузочные машины, 6 бункерных устройств, каждое объемом 70 м <sup>3</sup>
2	ООО «Восточно-Уральский терминал», Находка	2,5	Крытый склад площадью 12 000 м <sup>2</sup> и вместимостью 90 000 т. Три новых склада вместимостью 35 000 т каждый, две открытые площадки (всего — 250 000 мт угля). Причал длиной 215 м, глубиной 12 м	Вибраторы, мобильные перегружатели, 2 судопогрузочные машины, конвейерное оборудование с магнитными сепараторами, 6 колесных бульдозеров, 6 мобильных перегружателей Sennebogen, 2 гусеничных бульдозера, 2 дробильно-сортировочные машины
3	Зерновой терминал в порту Новороссийск, Новороссийск	5,0	Общая площадь — 7,2 га. Элеватор общей вместимостью силосов для накопления судовых партий зерна 120,0 тыс. т; протяженность ж.-д. путей 5 км, автодорог — 1,5 км	Устройство приема с автотранспорта на 3 проезда, устройство приема зерна с ж.-д. транспорта на 3 путях, галерея отгрузки зерна на морской транспорт, 2 судопогрузочные машины
4	Зерновой терминал в порту Туапсе, Туапсе	2,4	4 причала длиной от 191 до 303 м и глубиной 9,5–13,5 м, 4 склада общей вместимостью 17 617 м <sup>2</sup>	10 порталных кранов «Альбатрос», 11 порталных кранов «Сокол», 1 порталный кран «Ганц», 4 HSK 170 «Готвальд», 7 бульдозеров, автопогрузчики вилочные: 32 т — 3 ед., 25 т — 3 ед., 12 т — 4 ед., 6 т — 6 ед., 1,5 т — 8 ед., ковшовые — 19 ед.
5	Угольный терминал ЗАО «Дальтрансуголь» (Ванинский балкерный терминал), бухта Мучка (порт Ванино)	12,0	Площадь терминала 102,23 га. Причал (двусторонний пирс) с причальным фронтом в 699 м. Общая длина конвейерных линий терминала около 10 км. Общая длина ж.-д. линий — 25 км	2 судопогрузочные машины поворотного типа, 2 технологические линии с 2 вагоноопрокидывателями тандемного типа, к которым подведены подъездные пути для железнодорожных составов. Дробильная установка с магнитными сепараторами. Склад постоянного хранения на 1 млн тонн, 3 стакер-реклаймера, 2 размораживающих устройства
6	Зерновой терминал в порту Тамань, Тамань	8,7	Вблизи федеральной трассы М-25, таможенный пропускной пункт. 7 емкостей силосного типа общей емкостью 84 000 т; 2 причала глубиной 12 м. 2 автостоянки на 70 и 150 ед.	Устройство приема зерна из автотранспорта на два проезда. Линия отгрузки зерна на море с судопогрузочными машинами. Система крытых конвейеров для приема груза с автомашин круглогодично и всепогоднo

Окончание табл. 1

№	Наименование, дислокация	Мощность, млн т/год	Собственная инфраструктура	Имеющееся технологическое оборудование
7	Терминал минеральных удобрений в порту Туапсе, Туапсе	2,3	Станция разгрузки вагонов, очистные сооружения, специализированный причал по перегрузке навалочных грузов, контрольно-пропускной пункт, емкость складов до 90 000 т одновременно, ж.-д. подъездные пути длиной 1,3 км, 1544 м — общая длина конвейера, 4 линии. Длина причала 245 м, глубина 13 м	Межобъектная связь: закрытые конвейерные галереи и пересыпные станции. Судопогрузочная машина, СРВ с 2 фронтами выгрузки. Груз через выгрузочные люки вагонов попадает в заглубленные бункеры и по конвейерной линии — на склад/причал для погрузки на судно (прямой вариант). Линии обеспечивают доставку груза: СРВ — склад, склад — судно, СРВ — судно, склад — склад, с одновременной загрузкой склада и погрузкой судна
8	Компания «Содружество соя», Калининград	2,5	Длина причала 230 м, объем единовременного хранения 160 000 мт, 12 складов силосного хранения общей емкостью 90 000 мт, 3 склада напольного хранения общей емкостью 70 000 мт, длина собственных ж.-д. путей 26,5 км (4 пути), 3 локомотива, 4 ж.-д. лебедки	Погрузка зерна в вагоны-зерновозы и грузовые автомобили через погрузочные линии с взвешиванием зерна в потоке на весах «Хронос». Маневровые работы с вагонами осуществляются 5 стационарными лебедками. Разгрузка судов на элеваторах — порталными кранами. Элеваторы № 1 и № 3 могут одновременно работать на прием груза из вагонов-зерновозов, грузовых автомобилей и на погрузку теплохода. Элеватор № 3 — одновременная выгрузка теплохода и погрузка вагонов-зерновозов
9	ОАО «Портовый элеватор», Калининград	1,2	Площадь 1,9078 га. Общая емкость элеваторов составляет около 50 тыс. т зерна. 3 причала общей длиной 445 м и глубиной 9 м. Длина собственных ж.-д. путей 1551,8 пог. м	Портальные краны, мобильные и мостовые перегружатели
10	Угольный терминал Усть-Луга, Санкт-Петербург	12,0	Площадь перегрузочного комплекса: 53,2 га. 2 глубоководных причала общей длиной 540 м и глубиной у причалов 14 м	2 стакер-реклаймера, 1 реклаймер и 1 стакер TAKRAF, судопогрузочная машина. Складская система пылеподавления
11	Угольный терминал ППК-3, Восточный порт	17,0	Площадь комплекса составляет 44,5 га. 2 причала № 49 и 50 по обеим сторонам пирса. Длина каждого 381 м, глубина 16,5 м. Хранение до 600 000 т	4 реклаймера, 2 стакера, станция разгрузки вагонов с 2 тандемными вагоноопрокидывателями, система ленточных конвейеров по погрузке угля с вагонов на судно и на склад, 4 судопогрузочные машины, 4 вагоно-размораживающих устройства
12	Универсальный производственно-перегрузочный комплекс ППК-1, Восточный порт	3,0	Площадь 18 га, с возможностью единовременного хранения 200 тыс. т угольной продукции, 4 причала общей длиной 800 м и глубиной до 13,0 м	Манипулятор Liebherr, 12 порталных кранов г/п 60 т, 7 мобильных перегружателей, 3 мостовых перегружателя г/п 16–20 т, колесные бульдозеры, седельные тягачи с трейлерами, автопогрузчики различной грузоподъемности



Проведенное исследование позволило сделать ряд выводов:

1. Необходимо симметричное развитие терминальных мощностей с провозными и пропускными способностями автомобильных и железнодорожных подходов к портам, согласованность сроков, объемов и направлений инвестиций, в том числе по программе развития ОАО «РЖД».

2. Сдерживающим фактором развития являются механизмы инвестиций в инфраструктуру: инвестиционное бремя переложено на частного инвестора.

3. Сложность заключается в процедурах работы государственных контролирующих органов в пунктах пропуска, в изменении нормативной базы в связи со вступлением России в ВТО, что влияет на таможенную стоимость товаров.

4. Влияние антимонопольного регулирования стивидорной деятельности (операторы морских терминалов находятся в Реестре субъектов естественных монополий).

5. Недостаточные мощности терминалов и пропускной способности железнодорожной инфраструктуры.

6. Транспортная инфраструктура не приспособлена под экспорт больших объемов зерна. Она создавалась в советские времена, когда страна массово импортировала зерно, поэтому зерновые портовые терминалы были приспособлены под выгрузку зерна, а элеваторы строились в крупных городах, куда оно и доставлялось, в то время как в сельскохозяйственных регионах крупных элеваторов, куда производители могли бы свозить свой товар и где могли бы формироваться маршрутные отправки в порты, очень мало.

7. Угольная продукция для конечного потребителя дорожает за счет высокой транспортной составляющей в конечной цене. Существующие мощные терминалы, как правило железнодорожно-водные, в силу их большой удаленности от мест производства не работают с региональными и мелкими поставками. Приближение ЛНРЦ к производителям обеспечит не только мультипликативный эффект, но и углубленную переработку в местах грузообразования, повышение потребительских свойств и снижение себестоимости для конечных потребителей.

8. Среди сыпучих грузов практически все зерно сейчас вывозится через южные терминалы, а уголь — через дальневосточные.

9. Перечисленные комплексы работают с мощными экспортными поставками. Как правило, инициаторами их организации выступают крупные промышленные компании угольной и агропромышленной отрасли в целях транспортно-логистического обеспечения собственных поставок. Терминалы организуются стихийно, их невозможно назвать сетью, не продумывается их дислокация. В регионах отсутствуют мелкие, распределенные по территории центры по политранспортному обслуживанию внутренней доставки и дистрибуции местных потоков сыпучих грузов, хотя их доля растет.

10. В целях обеспечения рационального развития терминальной инфраструктуры страны и получения синергического эффекта необходимо увязать имеющиеся территориальные проекты по созданию одиночных терминалов в единый проект создания транспортно-логистической системы.

11. Большинство грузовых терминалов уходят от узкой специализации, предоставляя клиентуре широкий набор транспортно-логистических услуг и возможность переработки смежных грузов (руда и рудный концентрат, уголь и угольная продукция и др.) [1, 5].

Технологический процесс погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ включает в себя, как правило, схемы механизации, в которых взаимодействуют номенклатура, объем и транспортная характеристика перерабатываемых грузов, места его складирования и хранения, используемые грузозахватные устройства, погрузочно-разгрузочные и транспортные средства [4, 5].

Технологическая схема грузового терминала с указанием внутрискладских перемещений груза дана на рис. 1.

Существует несколько альтернативных вариантов выполнения погрузо-разгрузочных работ с грузом при передаче груза с транспорта прибытия  $T_{\text{приб}}$  на транспорт отправления  $T_{\text{отпр}}$ :

- 1 — выгрузка на приемную площадку ПП;
- 2 — выгрузка в зону длительного хранения ЗХ;
- 3 — прямая перегрузка из транспорта  $T_{\text{приб}}$  на транспорт  $T_{\text{отпр}}$ ;
- 4 — перегрузка с приемной площадки в зону длительного хранения;
- 5 — выдача груза с приемной площадки на транспорт  $T_{\text{отпр}}$ ;
- 6 — выдача груза из зоны длительного хранения на транспорт  $T_{\text{отпр}}$ .

Погрузка навалочных и сыпучих грузов в автомобили или открытые железнодорожные вагоны реализуется в схемах механизации сравнительно простыми вариантами с использованием бункеров, кранов с грейферными захватами при значительных единовременных объемах поступления, а также одноковшовых экскаваторов и погрузчиков при небольших объемах работ. Высокопроизводительные погрузочно-разгрузочные машины непрерывного действия (стационарные ленточные конвейеры) применяют при больших сосредоточенных объемах погрузки массовых грузов (угля, руды и др.).

Процесс разгрузки навалочных грузов, перевозимых автомобилями-самосвалами, полностью механизирован и не вызывает трудностей.

К настоящему времени разработано большое количество различных типовых схем механизации работы грузоперерабатывающих комплексов. Так, вопросам организации и расчета транспортно-грузовых систем посвящены работы Журавлева Н. П., Маликова О. Б. [1], Бойко Н. И., Чередниченко С. П.; вопросам механизации

ции погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте — Ботищева И. И. и Дегтярева Г. Н.; вопросам комплексной механизации работ — Гриневич Г. П., Зуева Ф. Г., Кривцова И. П.; вопросам внутреннего технологического проектирования грузовых терминалов и складов — Миротина Л. Б., Волгина В. В., Дыбской В. В., Гаджинского А. М., Ширяева С. А., Гудкова В. А. и др.

Рассмотрим типовые варианты организации грузовых фронтов на грузовых терминалах. Как показывают анализ работающих в России грузовых терминалов, самым распространенным технологическим оборудованием для переработки сыпучих грузов являются такие погрузо-разгрузочные механизмы, как козловые грейферные краны, автопогрузчики, вагонопрокидыватели, бункеры и конвейерные линии.

При массовой перегрузке навалочных грузов из вагонов в суда и из вагонов в автомобили (свыше 600 000 тонн) целесообразно применять вагонопрокидыватели, а при обычной — повышенные пути.

Выгрузку грузов из специализированных вагонов целесообразно производить на повышенном пути или эстакаде. На повышенном пути груз самотеком поступает в приемный бункер и далее конвейером подается в склад или автомобиль. На эстакадах груз самотеком поступает прямо в кузов автомобиля.

На рис. 2–6, приведенных ниже, даются типовые схемы грузовых фронтов с использованием указанной техники.

В соответствии с рис. 2, примерная продолжительность работ приведена в табл. 2.

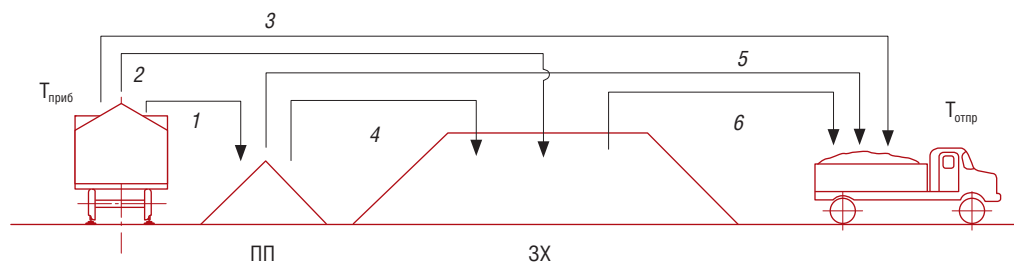


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема грузопереработки [1]

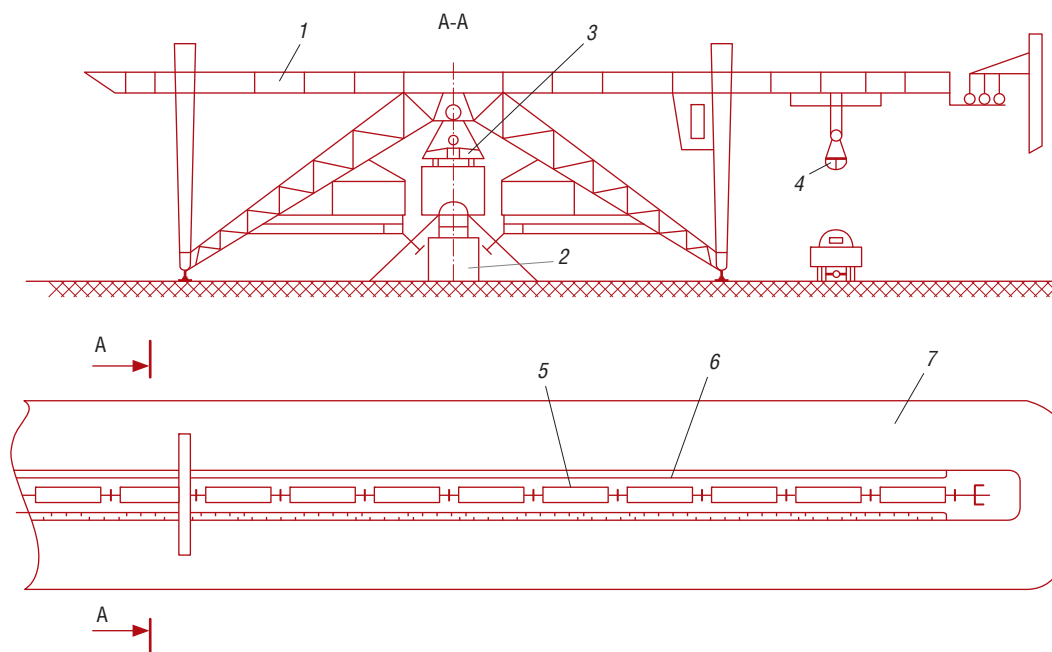


Рис. 2. Схема комплексной механизации переработки сыпучих грузов на повышенном пути, оснащенный козловым грейферным краном с вибратором и люкозакрывателями:

1 — козловой кран; 2 — повышенный путь; 3 — вибратор; 4 — грейфер; 5 — вагон; 6 — штабель груза; 7 — автодорога

Таблица 2

Продолжительность выгрузки сыпучих грузов из 10 полувагонов на повышенном пути, оснащенный козловым грейферным краном с вибратором и люкозакрывателями [2]

Наименование операции	Продолжительность операции, мин.
1. Подача группы вагонов на повышенный путь	5
2. Открывание люков одного вагона, выгрузка самотеком, передвижение крана вдоль одного вагона	2
3. То же для остальных вагонов группы	20
4. Опускание вибратора на кузов вагона (две постановки), передвижение крана к следующему вагону	5
5. То же для остальных вагонов группы	20
6. Закрывание люков, передвижение крана вдоль одного вагона	2,5
7. То же для остальных вагонов группы	25
8. Опускание вибратора на площадку	1
9. Замена вибратора на грейфер для загрузки автомобилей	2
10. Уборка группы вагонов с повышенного пути	5
<b>Общее время, мин.:</b>	<b>87,5</b>

Высота повышенного пути определяется как

$$H_{\text{пн}} = \sqrt{\frac{Kq}{l_{\text{в}} \text{ctg} \rho \nu \varphi}} - 0,5, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $K$  — количество вагонов, выгружаемых на одном месте повышенного пути до уборки грузов из отвалов (обычно  $K = 2$ );  $q$  — техническая норма загрузки вагона, т;  $l_{\text{в}}$  — длина вагона по осям автосцепок, м;  $\varphi$  — коэффициент заполнения отвалов (0,8–0,9);  $\rho$  — удельный вес сыпучего груза, т/м<sup>3</sup>;  $\nu$  — объем груза, подлежащего хранению, м<sup>3</sup>.

Рассчитанные значения  $H_{\text{пн}}$  округляются в большую сторону до значений: 2,0; 2,5; 3,0; 3,25 м.

Длина повышенного пути:

$$L_{\text{пн}} = l_{\text{в}} m_{\text{пн}} + (1 \dots 3) l_{\text{в}}, \text{ м}, \quad (2)$$

где  $m_{\text{пн}}$  — число вагонов в одной подаче.

Длина въезда на повышенный путь:

$$L_{\text{вв}}^{\text{пн}} = \frac{H_{\text{пн}} 100}{i}, \text{ м}, \quad (3)$$

где  $i$  — уклон пути (15–20 ‰) [2].

Схема комплексной механизации переработки сыпучих грузов с использованием козлового грейферного крана и бункера дана на рис. 3.

При проектировании работы портовых терминалов необходимо так организовать подвод судов и вагонов к фронтам перевалки грузов, чтобы максимально обеспечить работу по прямому варианту: «вагон — судно» или «судно — вагон».

Требуется правильно распределить железнодорожные пути, которые должны подходить непосредственно к причальной линии, где осуществляется перевалка по прямому варианту, и пути, расположенные у тыловой стороны терминалов, где перерабатываются грузы с временным хранением в складах.

На рис. 4 показан фронт погрузки сыпучего груза на подвижной состав морского транспорта.

Общее количество перегрузочных путей составляет:

$$n_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{р}}^{\text{с}} l_{\text{в}}}{0,8 X_{\text{пн}} P_{\text{тех}} Z_{\text{пер}} L_{\text{пр}}}, \text{ ед.}, \quad (4)$$

где  $l_{\text{в}}$  — длина вагона по осям автосцепок, м; 0,8 — коэффициент, учитывающий сокращение длины погрузочно-выгрузочного фронта вследствие наличия стрелочных переводов и съездов между путями;  $X_{\text{пн}}$  — число подач-уборок вагонов к грузовому фронту в сутки;  $P_{\text{тех}}$  — техническая норма загрузки вагона, т;  $Z_{\text{пер}}$  — количество перестановок вагонов одной подачи у грузового фронта (если таких перестановок нет, то  $Z_{\text{пер}} = 1$ );  $L_{\text{пр}}$  — длина причального фронта, м.

Число железнодорожных путей у причальной линии:

$$n_{\text{пн}} = n_{\text{п}} \alpha, \quad (5)$$

а у тыловой части складов:

$$n_{\text{тпн}} = n_{\text{п}} (1 - \alpha), \quad (6)$$

где  $\alpha$  — коэффициент перевалки грузов по прямому варианту.



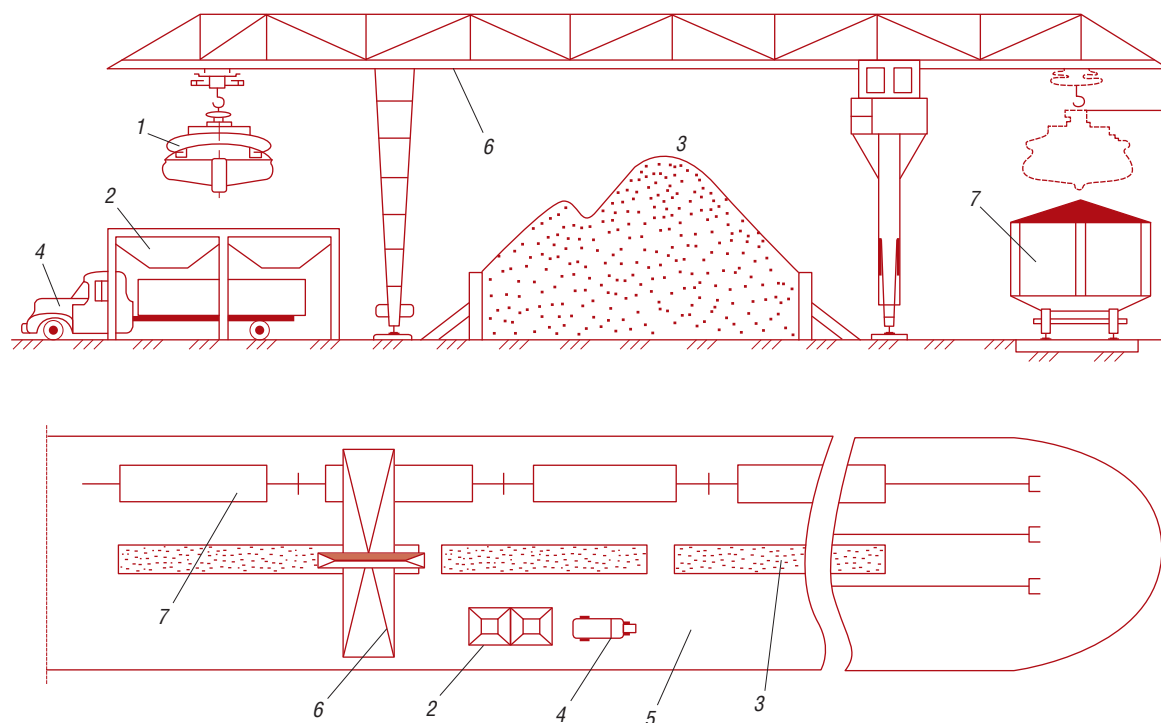


Рис. 3. Схема комплексной механизации переработки сыпучих грузов с использованием козлового грейферного крана и бункера:

1 — грейфер; 2 — бункер; 3 — штабель; 4 — автомобиль; 5 — автодорога; 6 — козловый кран; 7 — вагон

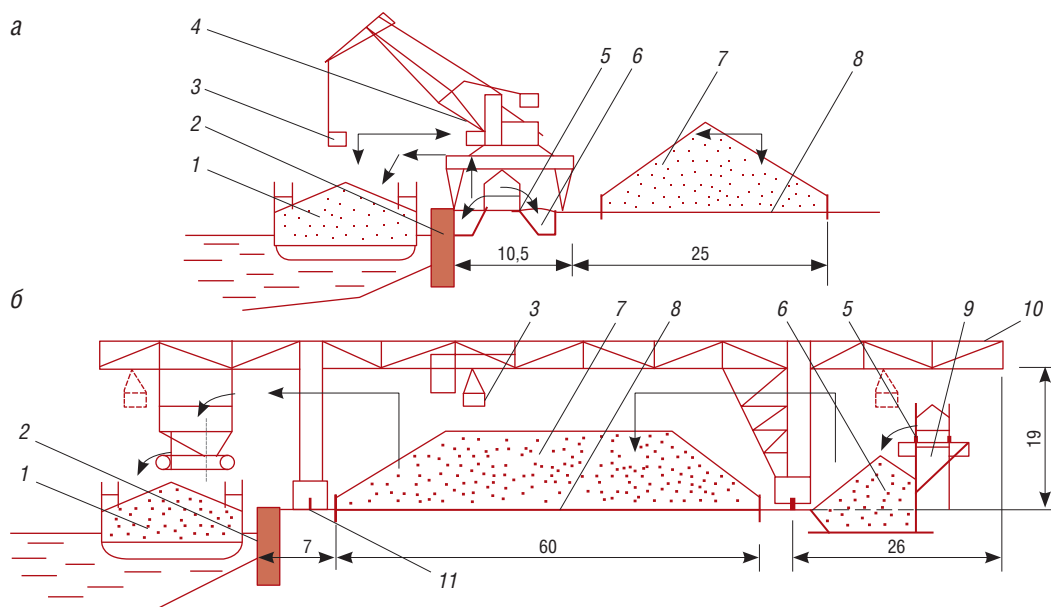


Рис. 4. Варианты перегрузки сыпучих грузов в портовых терминалах с применением

а) портального грейферного крана; б) мостового причального перегружателя (размеры — в метрах) [1]:

1 — загружаемое судно; 2 — причал; 3 — грейфер; 4 — портальный кран; 5 — ж.-д. путь;

6 — приемные траншеи; 7 — штабель груза; 8 — подштабельное покрытие;

9 — разгрузочная эстакада; 10 — мостовой грейферный перегружатель; 11 — подкрановые пути

Вариант технологической схемы обработки сыпучего груза в закрытом складе с закромами и грейферным краном показан на рис. 5.

Из универсальных крытых вагонов выгрузка производится в большинстве случаев самоходными разгрузочными машинами непрерывного действия, например с помощью ленточных конвейеров (рис. 6).

На крупных терминалах могут дополнительно работать тракторные погрузчики, экскаваторы для погрузки грузов из штабеля в автомобили, зачистки габаритов и отвалки грузов в штабеля.

При использовании стреловых кранов для установки вибратора на вагоны и тракторных погрузчиков для загрузки в автомобили и штабелирования груза применяются схемы типа изображенной на рис. 7.

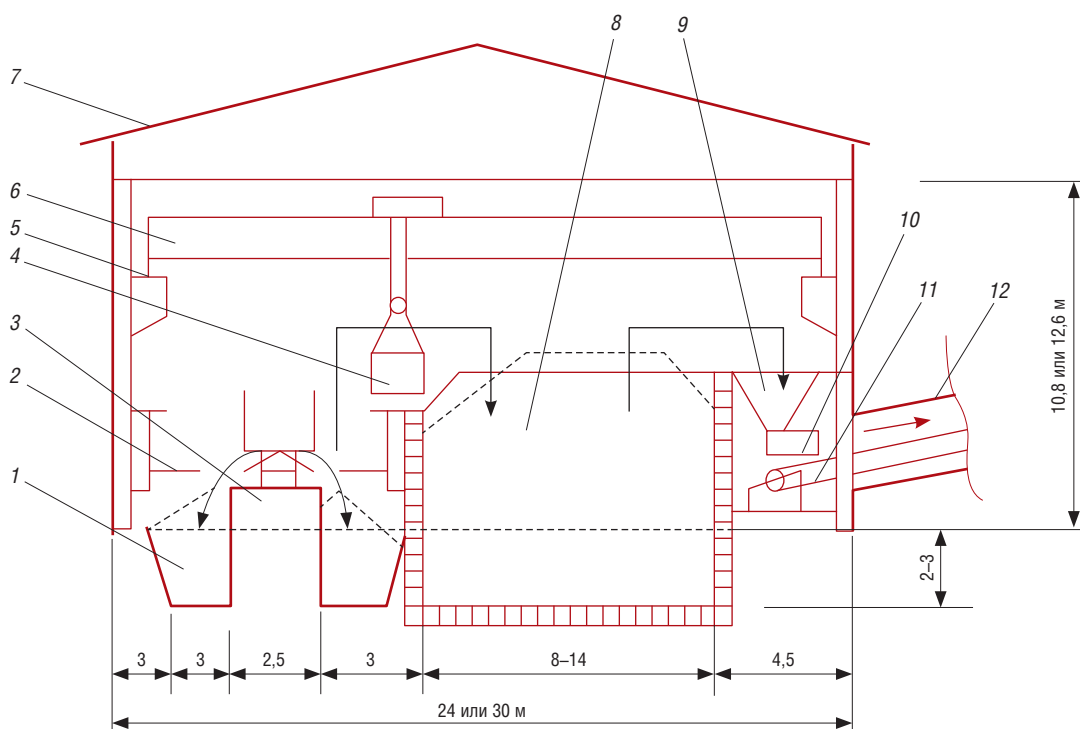


Рис. 5. Закрытый склад сыпучих грузов с закромами и грейферным краном [1]:

1 — приемные траншеи; 2 — передвижные мостики для обслуживания вагонов; 3 — разгрузочный ж.-д. путь; 4 — грейфер; 5 — подкрановые пути; 6 — мостовой кран; 7 — складское здание; 8 — закрома; 9 — перегрузочный бункер; 10 — питатель; 11 — ленточный конвейер; 12 — конвейерная галерея

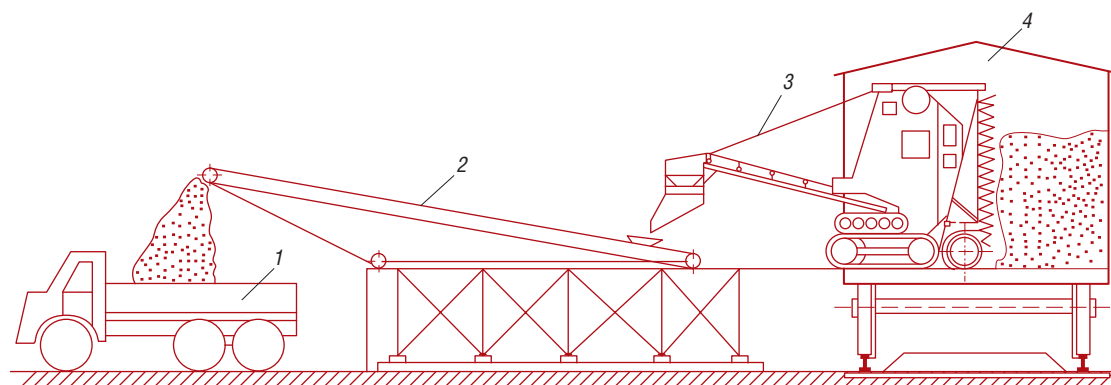


Рис. 6. Схема комплексной механизации выгрузки сыпучих грузов из крытых вагонов:

1 — автомобиль; 2 — ленточный конвейер; 3 — механический разгрузчик; 4 — вагон

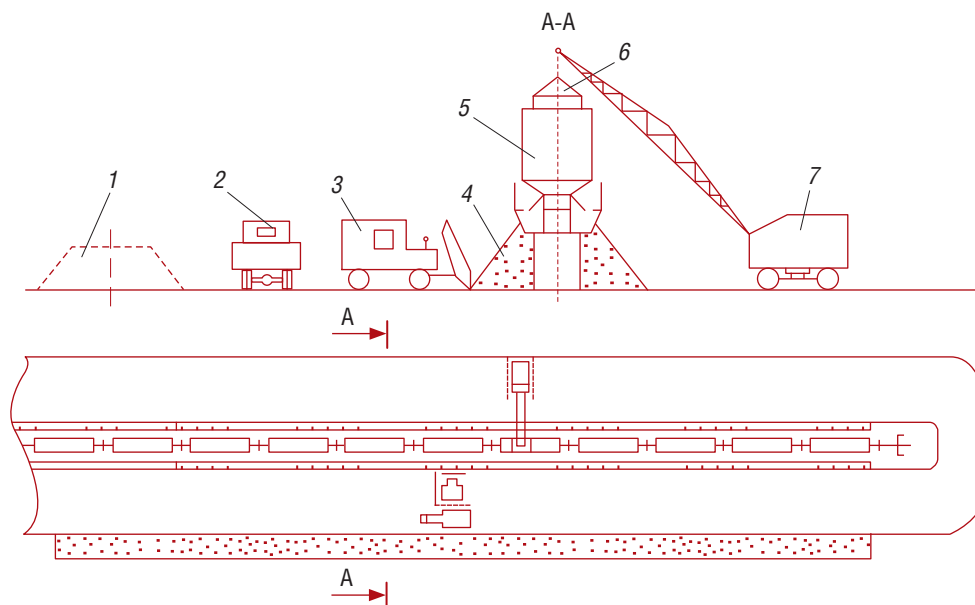


Рис. 7. Схема комплексной механизации переработки сыпучих грузов на эстакаде с использованием стрелового крана и автопогрузчика [2]:

1 — штабель; 2 — автомобиль; 3 — одноковшовый автопогрузчик; 4 — эстакада; 5 — вагон; 6 — вибратор; 7 — кран

К результатам данного исследования можно отнести формулировку укрупненных требований, предъявляемых к организационно-техническим решениям при проектировании грузовых терминалов:

1. Эффективность работы терминала зависит от выполнения технологических требований, предъявляемых к устройству и планированию складских помещений. Объемно-планировочные решения складских зданий терминала должны отвечать оптимальной технологии складских операций, а площади технологических зон должны соответствовать характеру и объему выполняемых операций.

2. Складские помещения необходимо планировать таким образом, чтобы внутрискладской технологический процесс был поточным, сквозным, прямоточным и непрерывным.

3. Грузы на складе следует размещать рационально: минимум складской площади и объема; сохранность количества и качества грузов, принятых на обработку и хранение; обеспечение удобного доступа к грузам (верный выбор и размещение основного складского оборудования и размеров технологических зон, проходов и проездов).

4. Место дислокации грузового терминала выбирается с учетом взаимного размещения путей сообщения и транспортных связей, удобства выполнения грузовых операций и возможности расширения терминала.

5. Основная цель выбора схем и параметров технических, технологических, объемно-планировочных и экономических решений терминалов — минимизация

потребностей в территории и приведенных затрат, связанных со строительством и последующей эксплуатацией грузовых терминалов, их инфраструктуры, оборудования.

6. Функционирование грузового терминала следует рассматривать как сложную систему, обладающую экономичностью, надежностью, гибкостью. Следовательно, выбор рационального варианта системы должен базироваться на технико-экономическом анализе альтернативных вариантов и комбинаций организационно-технических элементов (количество и дислокация терминалов в сети, вид и компоновка грузовых фронтов, особенности технологии взаимодействия видов транспорта и т. д.) [6].

7. Особое влияние на принятие технических решений по организации терминала оказывают:

- 1) вид обрабатываемых грузов — на технологические требования к типу погрузочно-разгрузочного, приемного и складского оборудования;
- 2) вид транспортных средств, доставляющих грузы и забирающих их с терминала, — на требования к транспортным коммуникациям, подъездным путям, размерам и компоновке грузовых фронтов;
- 3) параметры грузопотока (скорость, частота, ритмичность, интенсивность), объем поступления, размер единовременной партии — на технологическое зонирование площади терминала, его объемно-планировочные решения, производительность и количество погрузочно-разгрузочных механизмов [1, 6]. **ИТ**

## Список литературы

1. Журавлев Н. П., Маликов О. Б. Транспортно-грузовые системы : учеб. для вузов ж.-д. транспорта. — М. : Маршрут, 2006. — 368 с. — ISBN 5-94069-009-2.
2. Механизация погрузочно-разгрузочных и складских операций на железнодорожном транспорте: пособие по курсовому и дипломному проектированию / Н. П. Берлин, Н. П. Негрей. — Гомель : УО «Бел-ГУТ», 2007. — 146 с.
3. Состояние и перспективы развития морских портов России [Электронный ресурс]. — URL: <http://transportinform.com/ports/197-morskie-porty-rossii.html> (дата обращения: 06.09.2015).
4. Транспортно-грузовые системы [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.tgs-jd.ru/14-transportno-gruzovye-kompleksy-v-punktax-perevalki/14-5-vyvody/> (дата обращения: 06.09.2015).
5. Ширяев С. А., Гудков В. А., Миротин Л. Б. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства : учебник для вузов. — М. : Горячая линия-Телеком, 2007. — 848 с.
6. Покровская О. Д. Формирование терминальной сети региона для организации перевозок грузов. — М. : Транс-Лит, 2012. — 192 с. — ISBN 978-5-94976-452.
7. Покровская О. Д., Самуйлов В. М., Неволина А. Д. Инфраструктура международных транспортных коридоров // Инновационный транспорт. — 2013. — № 3 (9). — С. 33–37. — ISSN 2311–164X.
8. Неволина А. Д., Самуйлов В. М. Проблема организации и управления в создании и функционировании международного транспортного коридора «Запад — Восток» // Инновационный транспорт. — 2012. — № 3 (4). — С. 53–56. — ISSN 2311–164X.
9. Коровяковский Е. К., Покровская О. Д. Содержательное описание логистического центра и его роли в системе МТК // Известия ПГУПС. — 2014. — № 3 (40). — С. 22–28.
10. Транссиб: через пространство и время [Электронный ресурс]. — URL: [http://www.eastrussia.ru/material/transsib\\_cherez\\_prostranstvo\\_i\\_vremya/](http://www.eastrussia.ru/material/transsib_cherez_prostranstvo_i_vremya/) (дата обращения: 06.09.2015).
11. Самуйлов В. М., Галкин А. Г., Бушуев С. В., Неволина А. Д. Транссибирская железнодорожная магистраль (Транссиб) — мост между Европой и Азией // Инновационный транспорт. — 2015. — № 1 (15). — С. 45–48. — ISSN 2311–164X.