

УДК (UDC) 625.1/.5:629.369

ОБОСНОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРИНЦИПА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ
ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ АЭРОМОБИЛЬНЫХ КАНАТНЫХ УСТАНОВОК В
ТРАНСПОРТНОМ СОСТОЯНИИJUSTIFICATION AND ANALYSIS OF THE PRINCIPLE OF ENSURING
THE UNIVERSALITY OF THE AIRMOBILE ROPE UNITS OVERALL DIMENSIONS
IN TRANSPORT CONDITIONЛагереv А.В.
Lagerev A.V.Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского (Брянск, Россия)
Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University (Bryansk, Russian Federation)

Аннотация. Применение аэромобильных канатных установок для развертывания или перебазирования на новое место эксплуатации мобильных канатных дорог позволяет гибко использовать возможности современных видов грузового транспорта – воздушного, автомобильного, железнодорожного и водного. В статье предложены и проанализированы четырнадцать возможных альтернативных вариантов технологии перебазирования аэромобильных канатных установок, отличающиеся различным сочетанием и чередованием использования возможных видов транспортных средств с учетом географических и рельефных особенностей региона, технических, организационных и экономических возможностей, а также территориального размещения транспортной инфраструктуры (сети автомобильных или железных дорог, водных путей, наличия аэропортов или вертолетных площадок и др.). Также был сформулирован и обоснован принцип обеспечения универсальности габаритных размеров аэромобильных канатных установок в транспортном состоянии. Его соблюдение при проектировании аэромобильных канатных установок обеспечивает как гибкость разработки технологии доставки оборудования мобильных канатных дорог к месту их эксплуатации, так и гибкость выполнения работ по монтажу или демонтажу указанного оборудования на месте эксплуатации. На основе анализа технических характеристик универсальных транспортных контейнеров ИСО серии 1 и универсальных авиационных контейнеров, используемых в самолетах отечественных и зарубежных фирм-производителей, сформулированы рекомендации о выборе габаритных размеров аэромобильных канатных установок в транспортном состоянии, на которые целесообразно ориентироваться при проектировании и компоновке основного и сопутствующего технологического оборудования мобильных канатных дорог.

Ключевые слова: аэромобильная канатная установка, универсальный транспортный контейнер, универсальный авиационный контейнер, средство доставки, вариант перебазирования.

Abstract. The use of airmobile rope units for deployment or relocation to a new place of operation of mobile ropeways allows you to flexibly use the capabilities of modern types of cargo transport – air, road, rail and water. The article proposes and analyzes fourteen possible alternative options for the technology of relocation of airmobile rope units, characterized by a different combination and alternation of the use of possible types of vehicles, taking into account the geographical and relief features of the region, technical, organizational and economic opportunities, as well as the territorial location of transport infrastructure (networks of roads or railways, waterways, the presence of airports or helicopter sites, etc.). The principle of ensuring the universality of the overall dimensions of airmobile rope units in transport condition was also formulated and justified. Its observance in the design of airmobile rope units provides both flexibility in the development of technology for the delivery of mobile ropeway equipment to the place of their operation, and flexibility in the mantling or dismantling of the specified equipment at the operation place. Based on the analysis of the technical characteristics of universal transport containers ISO series 1 and universal aviation containers used in aircraft of domestic and foreign manufacturers, recommendations are formulated on the choice of overall dimensions of airmobile rope units in transport condition, which it is advisable to focus on when designing and assembling the main and related technological equipment of mobile ropeways.

Keywords: airmobile rope unit, universal transport container, universal aviation container, delivery vehicle, relocation variant.

Дата получения статьи:	23.07.2023	†	Date of manuscript reception:	23.07.2023
Дата принятия к публикации:	11.09.2023	†	Date of acceptance for publication:	11.09.2023
Дата публикации:	25.09.2023	†	Date of publication:	25.09.2023

Сведения об авторах:

Лагереv Александр Валерьевич – доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе НИИ фундаментальных и прикладных исследований ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», e-mail: bsu-avl@yandex.ru.
ORCID: 0000-0003-0380-5456

Authors' information:

Alexander V. Lagerev - Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice director of Research Institute of Fundamental and Applied Research, Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University,
e-mail: bsu-avl@yandex.ru.
ORCID: 0000-0003-0380-5456

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 22-29-00798)

Acknowledgements

The study was supported by the grant of Russian science Foundation (project No. 22-29-00798)

1. Введение

В настоящее время мобильные канатные дороги рассматриваются как перспективный вид оборудования двойного использования для решения транспортных задач в пределах относительно небольших по протяженности маршрутов в специфически сложных природных или деструктивных условиях – в горной местности с резко переменным по высоте рельефом, на экологически загрязненных или уязвимых территориях, очагах природных или техногенных катастроф и разрушений, труднодоступных и отдаленных местах [1].

Интерес к мобильным канатным дорогам, прежде всего, к грузовым канатным дорогам стал заметен преимущественно в последние 10-15 лет. Более ранние исследования, как правило, были направлены на создание методов проектирования, анализа работоспособности и эксплуатации стационарных грузовых и пассажирских многопролетных канатных дорог [2-5]. Известны различные конструкции мобильных канатных дорог, из которых в настоящее время эксплуатируются самоходные трелевочные машины для производства лесохозяйственных работ [6]. В процессе многолетней эксплуатации они показали свою эффективность. Подобная конструкция реализована в отечественных передвижных и самоходных установках СТУ-3С, ЛЛ-24, ЛЛ-31, МЛ-43, МЛ-139 и др. [7]. За рубежом используемые в настоящее время мобильные трелевочные канатные установки

выпускаются преимущественно такими фирмами-производителями, как Valentini (Италия), Madill (Канада), Tajfun (Словения), Larix (Чехия), Gantner (Австрия) [6]. Значительное число мобильных конструкций канатных дорог известны лишь в качестве технических предложений и патентов [6].

Наиболее разрабатываемой конструкцией мобильных канатных дорог можно считать однопролетные канатные дороги маятникового типа на базе двух сопряженных единой несущей канатной системой мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов, каждый из которых представляет собой автономную самоходную колесную машину на специальном шасси высокой проходимости и грузоподъемности [8]. В комплексе исследовательских работ, аналитический обзор которых содержится в [9, 10], в рамках построения предложенной в [11] комплексной математической модели были разработаны фундаментальные основы проектирования и моделирования рабочих процессов при эксплуатации подобных мобильных канатных дорог, включая создание их цифровых двойников [12].

Несмотря на несомненные достоинства использования автономных мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов для развертывания и перебазирования мобильных канатных дорог на труднодоступной местности, необходимо отметить их следующий функциональный недостаток: ограниченность транспортировки основного технологического и сопутствующего оборуду-

дования мобильных канатных дорог только одним видом транспорта – наземным на базе колесных или гусеничных шасси. Поэтому логическим развитием указанной конструкции является создание мобильных канатных дорог на базе аэромобильных канатных установок, предназначенных для транспортировки всеми современными видами грузового транспорта – автомобильного, воздушно-го, железнодорожного и водного. Одно из первых технических решений конструктивного исполнения аэромобильных канатных установок содержится в [13].

К числу технических задач, для решения которых целесообразно использовать рассматриваемую далее аэромобильную канатную установку, можно отнести [13]:

1) расширение возможности использования мобильной канатной дороги в труднодоступных и (или) в заранее необорудованных местностях со сложным природным рельефом, доступ к которым с помощью известных видов транспорта, кроме воздушно-го, невозможен или весьма проблематичен по причине недопустимых затрат средств или времени (например, в прибрежных зонах Арктики и Приморья, таежных районах Сибири и т.п.);

2) существенное снижение финансовых и материальных затрат, сокращение числа эксплуатационного персонала и повышение оперативности развертывания (монтажа и демонтажа) мобильной канатной дороги, существенное снижение издержек на эксплуатацию и техническое обслуживание мобильной канатной дороги во время ее работы;

3) повышение надежности эксплуатации мобильной канатной дороги, в частности, повышение таких основных количественных характеристик, как коэффициенты готовности, использования, оперативной готовности и др.

2. Постановка задачи исследования

Вследствие того, что мобильные канатные дороги на базе аэромобильных канатных установок предназначены преимущественно для использования на отдаленных и предвзрительно необорудованных территориях, ха-

рактеризующихся весьма низкой степенью транспортной доступности, технология их перебазирования и развертывания на новом месте эксплуатации является достаточно сложной и неоднозначной технико-экономической проблемой.

Характерной особенностью этой проблемы является необходимость использования, как правило, нескольких видов транспортных средств доставки аэромобильных канатных установок, а также обслуживающего их работу вспомогательного технологического оборудования и средств жизнеобеспечения эксплуатационно-технического персонала. Для решения этой проблемы могут быть использованы практически все известные виды грузового транспорта – автомобильный, воздушный (с помощью самолетов и вертолетов), водный (с помощью речных и морских судов) и железнодорожный.

Как результат, в каждом конкретном случае технология перебазирования аэромобильных канатных установок может быть реализована на основе нескольких альтернативных вариантов, отличающихся различным сочетанием и чередованием использования возможных видов транспортных средств, с учетом географических и рельефных особенностей региона, технических, организационных и экономических возможностей, а также территориального размещения транспортной инфраструктуры (сети автомобильных или железных дорог, водных путей, наличия аэропортов или вертолетных площадок и др.).

В этой связи одним из приоритетных принципов для разработки эффективной технологии перебазирования и развертывания мобильных канатных дорог на базе аэромобильных канатных установок является реализация принципа обеспечения универсальности габаритных размеров аэромобильных канатных установок и сопутствующего технологического оборудования в транспортном состоянии. Названный принцип обеспечивает максимальное удобство транспортировки аэромобильных канатных установок и сопутствующего технологического оборудования максимально большим числом использующихся в настоящее время и перспективных

модификаций различных транспортных средств доставки.

3. Обоснование и анализ

Практическая необходимость в реализации принципа обеспечения универсальности габаритных размеров аэромобильных канатных установок и сопутствующего технологического оборудования в транспортном состоянии является важным отличием концепции создания однопролетных мобильных канатных дорог на базе аэромобильных канатных установок от концепции создания однопролетных мобильных канатных дорог на базе самоходных колесных шасси высокой про-

ходимости и грузоподъемности [8, 14]. В последнем случае перебазирование мобильных канатных дорог с предыдущего места эксплуатации к новому месту развертывания осуществляется, как правило, с помощью одного средства транспортной доставки – самих автономных мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов различного конструктивного исполнения [15, 16].

На рис. 1 приведена схема, иллюстрирующая возможные варианты использования различных средств доставки при перебазировании мобильной канатной дороги с предыдущего места эксплуатации (пункт А) к новому месту развертывания (пункт В).

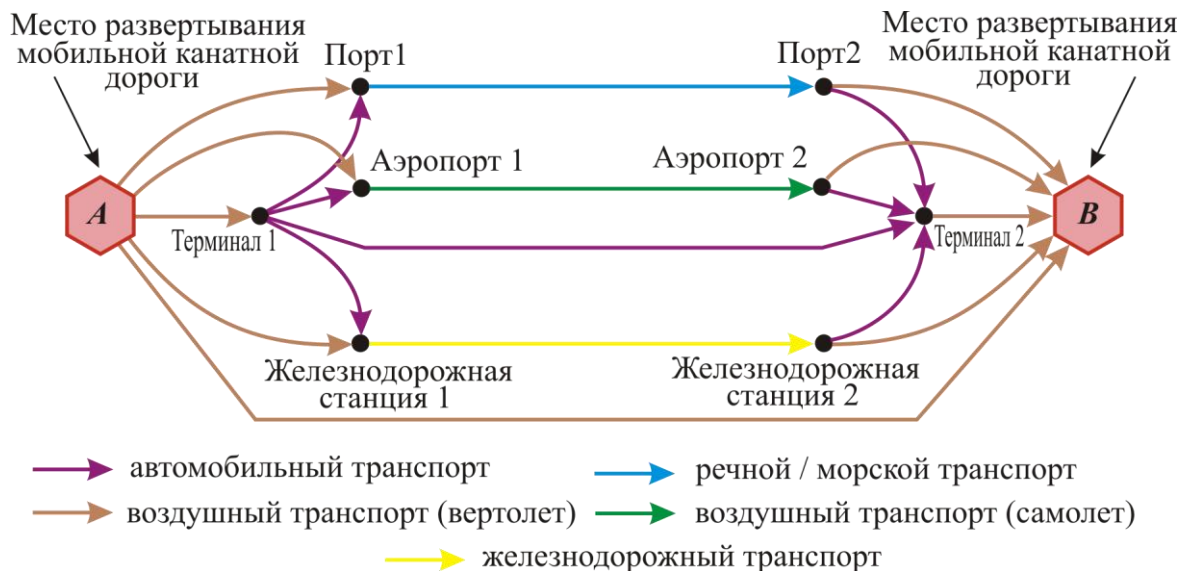


Рис. 1. Возможные варианты перебазирования мобильной канатной дороги на базе аэромобильных канатных установок

Анализ схемы, приведенной на рис. 1, позволяет выявить 14 альтернативных вариантов для разработки технологии перебазирования мобильной канатной дороги на базе аэромобильных канатных установок к новому месту своей эксплуатации. В их число входят следующие альтернативные варианты:

- вариант 1: пункт А → пункт В (используется только один вид транспорта – воздушный, вертолет);

- вариант 2: пункт А → железнодорожная станция 1 → железнодорожная станция 2 → пункт В (используются два вида транспорта – воздушный, вертолет; железнодорожный);

- вариант 3: пункт А → железнодорожная станция 1 → железнодорожная станция 2 → терминал 2 → пункт В (используются три вида транспорта – воздушный, вертолет; железнодорожный; автомобильный);

- вариант 4: пункт А → терминал 1 → железнодорожная станция 1 → железнодорожная станция 2 → пункт В (используются три вида транспорта – воздушный, вертолет; железнодорожный; автомобильный);

- вариант 5: пункт А → терминал 1 → железнодорожная станция 1 → железнодорожная станция 2 → терминал 2 → пункт В (используются три вида транспорта – воздуш-

ный, вертолет; железнодорожный; автомобильный);

- вариант 6: пункт А → терминал 1 → терминал 2 → пункт В (используются два вида транспорта – воздушный, вертолет; автомобильный);

- вариант 7: пункт А → терминал 1 → аэропорт 1 → аэропорт 2 → терминал 2 → пункт В (используются два вида транспорта – воздушный, вертолет, самолет; автомобильный);

- вариант 8: пункт А → терминал 1 → аэропорт 1 → аэропорт 2 → пункт В (используются два вида транспорта – воздушный, вертолет, самолет; автомобильный);

- вариант 9: пункт А → аэропорт 1 → аэропорт 2 → терминал 2 → пункт В (используются два вида транспорта – воздушный, вертолет, самолет; автомобильный);

- вариант 10: пункт А → аэропорт 1 → аэропорт 2 → пункт В (используется только один вид транспорта – воздушный, вертолет, самолет);

- вариант 11: пункт А → терминал 1 → порт 1 → порт 2 → терминал 2 → пункт В (используются три вида транспорта – воздушный, вертолет; автомобильный; водный);

- вариант 12: пункт А → терминал 1 → порт 1 → порт 2 → пункт В (используются три вида транспорта – воздушный, вертолет; автомобильный; водный);

- вариант 13: пункт А → порт 1 → порт 2 → терминал 2 → пункт В (используются три вида транспорта – воздушный, вертолет; автомобильный; водный);

- вариант 14: пункт А → порт 1 → порт 2 → пункт В (используются два вида транспорта – воздушный, вертолет; водный).

Указанные варианты отличаются как использованием различных видов средств доставки аэромобильных канатных установок и, соответственно, использованием различной наземной транспортной инфраструктуры, так и чередованием используемых средств доставки.

Во всех альтернативных вариантах необходима воздушная транспортировка аэромобильных канатных установок:

- однократная (от пункта А непосредственно до пункта В);

- двукратная (сначала от пункта А до терминала 1, железнодорожной станции 1, аэропорта 1 или порта 1; затем от терминала 2, железнодорожной станции 2, аэропорта 2 или порта 2 до пункта В).

Также во всех альтернативных вариантах (за исключением варианта 1) необходимо использовать два (варианты 2, 6, 10 и 14) или три (варианты 3-5, 7-9 и 11-13) вида транспорта, что требует проведения от двух до четырех перегрузочных операций между различными средствами доставки.

Такая мультитранспортная доставка аэромобильных канатных установок к новому месту развертывания мобильной канатной дороги в обязательном порядке требует, чтобы массо-габаритные характеристики этих установок в транспортном состоянии отвечали всем тем требованиям, которые предъявляются нормативно-распорядительными документами, регламентирующими перевозку грузов автомобильным [17-19], воздушным [20], железнодорожным [21-23] и водным [24-26] транспортом.

Требуемая универсальность массогабаритных характеристик аэромобильных канатных установок может быть реализована при условии, что габаритные размеры канатных установок в транспортном состоянии соответствуют габаритным размерам универсальных транспортных контейнеров, а их вес, включая вес несущей рамы с установленным на ней основным и вспомогательным технологическим оборудованием, соответствует весовой линейке универсальных транспортных контейнеров.

Идентификация современных универсальных грузовых транспортных контейнеров приведена в ISO 668:2013/Amd.1:2016 [27] и продублирована в отечественном ГОСТ Р 53350-2009 [28]. Они предназначены для перевозки грузов в смешанном сообщении железнодорожным, водным и автомобильным транспортом (исключая воздушный транспорт). Массогабаритные характеристики указанных контейнеров приведены в табл. 1.

Для перевозки грузов воздушным транспортом с помощью современных транспортных самолетов используются универсальные авиационные контейнеры. Применительно к

использованию на российских транспортных самолетах их идентификация содержится в ГОСТ 20917-87 [30]. Массогабаритные характеристики авиационных контейнеров, используемых самолетами отечественных фирм-производителей, приведены в табл. 2. Транспортные самолеты зарубежных фирм-производителей ориентированы на использование контейнеров на основе универсаль-

ных паллет. В табл. 2 также приведены массогабаритные характеристики авиационных контейнеров на основе универсальных паллет, используемых самолетами зарубежных фирм-производителей [31, 32]. Спецификация паллет соответствует классификации Международной ассоциации воздушного транспорта IATA.

Таблица 1
Массогабаритные характеристики универсальных грузовых транспортных контейнеров ИСО серии 1 [28, 29]

Тип контейнера	Габаритные размеры, мм			Масса брутто, кг	Максимальная загрузка, кг
	длина	ширина	высота		
45-футовые контейнеры					
1EEE	13716	2438	2896	30480	26580
1EE			2591		
40-футовые контейнеры					
1AAA	12192	2438	2896	30480	26580
1AA			2591		
1A			2438		
1AX			< 2438		
1BBB	9125	2438	2896	30480	26580
1BB			2591		
1B			2438		
1BX			< 2438		
20-футовые контейнеры					
1CC	6058	2438	2591	30480	27530
1C			2438		
1CX			< 2438		
1DD	2991	2438	2591	24000	21920
1D			2438	10160	
1DX			< 2438		

Анализ данных табл. 1 и 2 позволяет выполнить ориентировочную оценку одной из ключевых характеристик аэромобильных канатных установок – длину концевой опоры l_i . Длина концевой опоры, которую можно разместить внутри транспортного контейнера, определяется как его габаритными размерами (табл. 1 и 2), так и положением продольной оси опоры внутри контейнера. Возможны четыре варианта расположения продольной оси концевой опоры внутри контейнера, показанные на рис. 2:

1 – вдоль продольной оси контейнера в горизонтальной плоскости длиной

$b_1 = \overline{A_1B_1}$ (вариант определяет минимально возможную длину l_i);

2 – вдоль диагонали продольной плоскости контейнера длиной $b_2 = \overline{A_2B_2}$;

3 – вдоль диагонали горизонтальной плоскости контейнера длиной $b_3 = \overline{A_3B_3}$;

4 – вдоль диагонали параллелепипеда длиной $b_4 = \overline{A_4B_4}$ (вариант определяет максимально возможную длину l_i).

Таблица 2

Массогабаритные характеристики авиационных контейнеров [30-32]

Тип контейнера	Габаритные размеры, мм			Внутренний объем, м ³	Максимальная масса брутто, кг
	длина	ширина	высота		
Отечественные					
УАК-5	2991	2438	2438	14,15	5670
УАК-10	6058			29,60	11340
УАК-20	12192			60,60	20410
Зарубежные					
РУВ Q6	1400	2438	2438	8,3	
FLA (P9P)	3175	1534	1626	7,0	3175
PMC LD		2438	2438	11,5	4626
AMA (P6P)				18,9	6804
PMC Q6					
PMC Q7			2997	21,2	
РУВ Q7					
PZA Q6	4978	2438	1626	19,7	
PGA/PGF Q7			2438	29,5	
PZA Q7					
PGA/PGF Q6	6058	2438	2438	36,0	

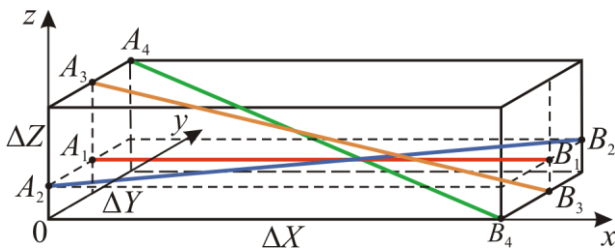


Рис. 2. Варианты расположения продольной оси концевой опоры внутри транспортного контейнера

Длина диагонали или продольной оси контейнера для i -го варианта расположения продольной оси концевой опоры определяется соответствующей зависимостью:

$$b_1 = \Delta X;$$

$$b_2 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2};$$

$$b_3 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Z_2^2};$$

$$b_4 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z_2^2},$$

где ΔX , ΔY , ΔZ - габаритные размеры транспортного контейнера (длина, ширина, высота).

Ориентировочная длина концевой опоры $l_{t,i}$ для i -го варианта выражается следующим соотношением

$$l_{t,i} = \xi_{com,i} n_{s,i} b_i,$$

где b_i - длина диагонали или продольной оси контейнера для i -го варианта расположения продольной оси концевой опоры; $\xi_{com,i} < 1$ - коэффициент, учитывающий неполноту использования длины диагонали или продольной оси контейнера b_i ; $n_{s,i}$ - число секций концевой опоры.

В табл. 3 и 4 приведены ориентировочные значения длины концевой опоры при использовании универсальных транспортных контейнеров ИСО серии 1 и универсальных авиационных контейнеров различных типоразмеров.

Для создания концевых опор двухсекционной конструкции аэромобильных канатных установок может быть использован опыт проектирования грузоподъемных стрел переменной длины для крановых установок стрелового типа на базе мобильных колесных, гусеничных или путевых машин. Для удлинения концевой опоры относительно ее транспортной длины возможны два подхода:

1) телескопирование концевой опоры, вследствие чего ее конструкция будет аналогична конструкции телескопируемых стрел, представленных в [33-35];

Таблица 3

Ориентировочная длина концевой опоры при использовании транспортных контейнеров
ИСО серии 1 различных типоразмеров

Тип контейнера	Ориентировочная длина концевой опоры, м			
	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4
Односекционная концевая опора				
1EEE	11,0	11,1	11,2	11,4
1EE				11,3
1AAA	9,8	9,9	10,0	10,2
1AA				10,1
1A, 1AX			9,9	
1BBB	7,3	7,6	7,7	7,9
1BB		7,5	7,6	7,8
1B, 1BX		7,5	7,5	
1CC	4,8	5,2	5,3	5,6
1C, 1CX			5,2	5,5
1DD	2,4	3,1	3,1	3,7
1D, 1DX				3,6
Двухсекционная концевая опора				
1EEE	22,0	22,3	22,4	22,8
1EE				22,7
1AAA	19,6	19,9	20,0	20,4
1AA				20,3
1A, 1AX			19,9	
1BBB	14,6	15,1	15,4	15,8
1BB			15,2	15,6
1B, 1BX			15,1	
1CC	9,6	10,4	10,7	11,2
1C, 1CX			10,4	11,1
1DD	4,8	6,2	6,2	7,4
1D, 1DX				7,3

Примечание: в расчетах было принято $\zeta_{com,i} = 0,8$.

Таблица 4

Ориентировочная длина концевой опоры при использовании универсальных авиационных контейнеров различных типоразмеров

Тип контейнера	Ориентировочная длина концевой опоры, м			
	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4
Односекционная концевая опора				
PYB Q6	1,2	2,3	2,3	3,0
YAK-5	2,4	3,1	3,1	3,7
FLA (P9P)	2,6	2,8	2,9	3,1
PMC LD		3,2	2,9	3,5
AMA (P6P), PMC Q6		3,2	3,2	3,8
PMC Q7, PYB Q7		3,2	3,2	4,0
PZA Q6	4,0	4,4	4,2	4,6
PGA/PGF Q7, PZA Q7		4,4	4,4	4,9
YAK-10, PGA/PGF Q6	4,9	5,2	5,2	5,6
YAK-20	9,8	10,0	10,0	10,2

Окончание табл. 4

Тип контейнера	Ориентировочная длина концевой опоры, м			
	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4
Двухсекционная концевая опора				
РУВ Q6	2,3	4,5	4,5	6,0
УАК-5	4,8	6,2	6,2	7,3
FLA (P9P)	5,1	5,6	5,7	6,2
PMC LD		5,7	5,7	6,9
AMA (P6P), PMC Q6		5,7	6,4	7,5
PMC Q7, РУВ Q7		5,7	6,4	8,0
PZA Q6	8,0	8,9	8,4	9,2
PGA/PGF Q7, PZA Q7		8,9	8,9	9,7
УАК-10, PGA/PGF Q6	9,7	10,4	10,4	11,2
УАК-20	19,5	19,9	19,9	20,3

Примечание: в расчетах было принято $\xi_{com,i} = 0,8$.

2) надстройка концевой опоры с помощью отдельной дополнительной секции по аналогии с удлинением стрел грузоподъемных кранов за счет использования дополнительных секций-вставок [36-38].

Анализ данных табл. 3 показывает, что ориентация на 45- и 40-фунтовые транспортные контейнеры при компоновке основного технологического оборудования аэромобильных канатных установок позволяет обеспечивать достаточную длину концевой опоры уже при ее односекционном исполнении, что является положительным фактором при проектировании вследствие большей простоты и технологичности конструкции, меньшей сложности в обеспечении прочности, устойчивости и ремонтпригодности.

Рис. 3 дает представление об относительной разнице между максимальной (вариант

4) и минимальной (вариант 1) ориентировочными длинами концевой опоры $\bar{l}_t = l_{t,4}/l_{t,1}$ для разных типоразмеров транспортных контейнеров. Видно, что для 45- и 40-фунтовых контейнеров относительная разница составляет менее 10% (от 2,7 до 8,2%), тогда как для 20-фунтовых контейнеров – более 50% (от 50 до 54%). Таким образом, при ориентации на использование 45- и 40-фунтовых транспортных контейнеров при компоновке основного технологического оборудования аэромобильных канатных установок можно использовать любой из четырех альтернативных вариантов расположения концевой опоры в транспортном состоянии, так как выбор варианта практически не сказывается на увеличении ее длины.

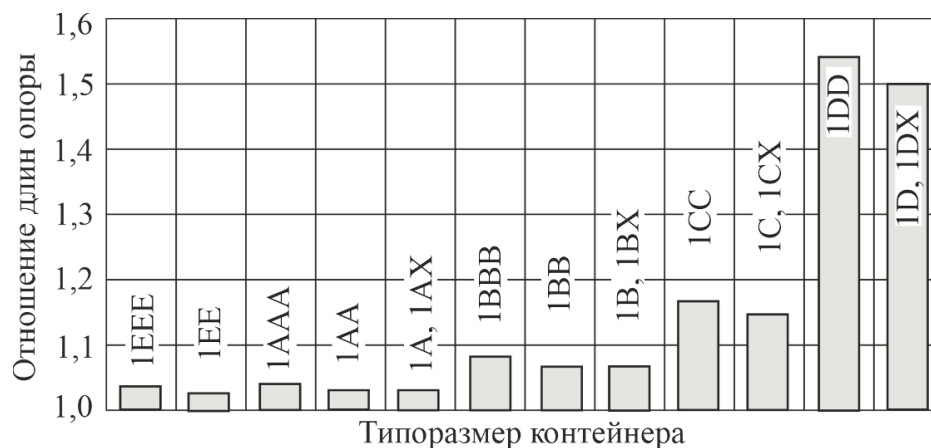


Рис. 3. Относительная разница между предельными длинами концевой опоры в зависимости от типоразмера транспортного контейнера

Сравнительный анализ массогабаритных характеристик универсальных грузовых транспортных контейнеров ИСО серии 1 (табл. 1) и универсальных авиационных контейнеров (табл. 2) позволяет сделать ряд необходимых выводов относительно габаритных размеров аэромобильных канатных установок в транспортном состоянии, целесообразных с точки зрения возможности их перевозки наземным и воздушным транспортом.

1. Применительно ко всем видам отечественного воздушного, автомобильного, железнодорожного и водного транспорта во внутрироссийском и международном сообщении универсальные грузовые транспортные контейнеры ИСО серии 1 и универсальные авиационные контейнеры имеют согласованные габаритные размеры: 20-фунтовые контейнеры 1D и 1C соответствуют авиационным контейнерам УАК-5 и УАК-10, 40-фунтовый контейнер 1A – авиационному контейнеру УАК-20. Однако разрешенная масса брутто контейнеров с одинаковыми габаритными размерами для авиационных перевозок значительно меньше, чем для наземных перевозок: масса брутто контейнеров УАК-5, УАК-10 и УАК-20 меньше массы брутто сравнимых транспортных контейнеров ИСО серии 1 в 1,8, 2,7 и 1,5 раза соответственно. Это обусловлено разницей технических характеристик погрузочно-разгрузочного оборудования, используемого при загрузке наземных и воздушных транспортных средств: грузоподъемность бортовых погрузочных устройств современных транспортных самолетов, как правило, не превышает 2,5 т, а для загрузки контейнеров большей массы используются грузовые лебедки и легкоъемное рольганговое оборудование [39].

2. Авиационные контейнеры, применяющиеся для загрузки грузовых отсеков транспортных самолетов зарубежных фирм-производителей, в целом ориентированы на габаритные размеры универсальных транспортных контейнеров, однако характеризуются большим разнообразием размеров и формы верхней части. Это обусловлено необходимостью более эффективного использования конфигурации пространственного

исполнения грузовых отсеков конкретных модификаций транспортных самолетов.

3. Вес единицы транспортируемого груза, который может быть размещен в пределах внутреннего пространства контейнеров, для транспортных контейнеров ИСО серии 1 существенно больше, чем для универсальных авиационных контейнеров. Это обусловлено разницей технических характеристик погрузочно-разгрузочного оборудования, используемого при загрузке наземных и воздушных транспортных средств: как правило, грузоподъемность бортовых погрузочных устройств современных транспортных самолетов ограничена, хотя имеются бортовые грузовые электролебедки и рольганговое оборудование для затягивания тяжелого груза.

4. Длина транспортных контейнеров ИСО серии 1 значительно превышает длину универсальных авиационных контейнеров: авиационные контейнеры по своей длине соответствуют наименее грузоподъемным 20-футовым контейнерам ИСО серии 1. Исключение составляет лишь авиационный контейнер УАК-20, длина которого сравнима с длиной 40-футового контейнера 1A. Как следствие, в транспортных контейнерах ИСО серии 1 можно разместить основное технологическое оборудование аэромобильных канатных установок, имеющее большие габаритные конструктивные размеры. Как показывают данные табл. 3 и 4, в них можно разместить концевую опору большей длины и, соответственно, большего веса, что положительно сказывается на повышении грузопро пространственных характеристик однопролетных мобильных канатных дорог маятникового типа [14].

4. Заключение

Применение аэромобильных канатных установок для развешивания или перебазирования на новое место эксплуатации мобильной канатной дороги позволяет гибко использовать возможности всех существующих видов грузового транспорта – воздушного (вертолет, самолет), автомобильного (колесные и гусеничные шасси), железнодо-

рожного (вагоны и платформы), водного (морские и речные суда, паромы).

Технология развертывания и перебазирования аэромобильных канатных установок может быть реализована на основе четырнадцати альтернативных технологических вариантов, отличающихся различным сочетанием и чередованием использования возможных видов транспортных средств, с учетом географических и рельефных особенностей региона, технических, организационных и экономических возможностей, а также территориального размещения транспортной инфраструктуры. При этом возможность использования вертолетов в качестве транспорта «последней мили» обеспечивает создание мобильных канатных дорог практически в любых природно-географических и климатических условиях независимо от степени транспортной доступности требуемого места эксплуатации [43].

Для гибкой реализации возможностей всех видов современных грузовых транспортных средств по развертыванию или перебазированию мобильных канатных дорог на базе аэромобильных канатных установок при их проектировании и выполнению компоновки основного и сопутствующего технологического оборудования целесообразно ориентироваться на определенные типы универсальных транспортных контейнеров ИСО серии 1 и универсальных авиационных кон-

тейнеров, размеры которых взаимно соответствуют: 20-фунтовые контейнеры 1D, 1C и авиационные контейнеры УАК-5, УАК-10; 40-фунтовый контейнер 1А и авиационный контейнер УАК-20.

Хорошо видно, что попытка учета массогабаритных возможностей всех современных видов транспорта приводит к существенному ограничению возможностей конструктора по проектированию и компоновке аэромобильных канатных установок. Как показывают исследования из смежных областей наук, в частности, инженерной психологии, дополнительные ограничения, накладываемые на работу инженерно-конструкторского персонала при создании сложных технических объектов и систем, оказывают негативное воздействие на результаты их труда [44]. Отказ от ориентации на современные транспортные самолеты для доставки основного технологического и сопутствующего оборудования мобильных канатных дорог резко расширяет указанные возможности конструктора. Учитывая, что основное преимущество воздушной доставки с помощью самолетов – доставка на большие расстояния – вполне может быть реализовано с помощью автомобильного, железнодорожного или водного транспорта, то такой отказ вполне оправдан.

Список литературы

1. Лагерев А.В., Лагерев И.А., Таричко В.И. Моделирование рабочих процессов мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов. Брянск: РИСО БГУ, 2021. 204 с.
DOI: 10.5281/zenodo.6044972.
2. Wallis-Tayler A.J. Aerial or Wire-Ropes Tramways. Their Construction and Management. London: Crosby Lockwood, 1881. 200 p.
3. Pestal E. Seilbahnen und Seilkrane in Holz und Materialtransport. Wien: Fromme, 1961. 410 p.
4. Дукельский А.И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. М.-Л.:

References

1. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Tarichko V.I. *Modelirovanie rabochikh protsessov mobilnykh transportno-peregruzochnykh kanatnykh kompleksov* [Modeling of working processes of mobile transporting and overloading rope facilities]. Bryansk, RISO BGU, 2021. 204 p. DOI: 10.5281/zenodo.6044972. (In Russian)
2. Wallis-Tayler A.J. Aerial or Wire-Ropes Tramways. Their Construction and Management. London, Crosby Lockwood, 1881. 200 p.
3. Pestal E. Seilbahnen und Seilkrane in Holz und Materialtransport. Wien, Fromme, 1961. 410 p.
4. Dukelskiy A.I. *Podvesnyye kanatnye dorogi i kabelnye krany* [Overhead cableways and cable cranes]. Moscow-Leningrad, Mashinostroenie,

Машиностроение, 1966. 484 с.

5. Беркман М.Б., Бовский Г.Н., Куйбида Г.Г., Леонтьев Ю.С. Подвесные канатные дороги. Москва: Машиностроение, 1984. 264 с.

6. Короткий А.А., Лагереv А.В., Месхи Б.Ч., Лагереv И.А., Панфилов А.В., Таричко В.И. Транспортно-логистические технологии и машины для цифровой урбанизированной среды. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2019. 268 с.

DOI: 10.5281/zenodo.3551132.

7. Передвижные и самоходные канатные установки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://lektsii.org/1-88050.html> (дата обращения 29.05.2023).

8. Лагереv А.В., Лагереv И.А., Таричко В.И. Конструкции и основы проектирования мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов. Брянск: РИСО БГУ, 2020. 207 с.

9. Степченко Т.А., Бабич О.В. Результаты научных исследований Брянского государственного университета в 2019 году в сфере транспортно-логистических технологий и машин для урбанизированной среды // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2020. № 1. С. 120-135. DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-01-120-135

10. Степченко Т.А., Бабич О.В. Результаты научных исследований Брянского государственного университета в 2021 году в сфере проектирования и моделирования рабочих процессов в мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексах // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2022. № 1. С. 7-26. DOI: 10.22281/2413-9920-2022-08-01-07-26

11. Таричко В.И., Химич А.В. Комплексная математическая модель мобильного транспортно-перегрузочного канатного комплекса // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2019. №4. С. 523-532. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-04-523-532

12. Лагереv А.В., Лагереv И.А. Общий подход к созданию цифровых двойников

1966. 484 p. (In Russian)

5. Berkman M.B., Bovskiy G.N., Kuybida G.G. *Podvesnye kanatnye dorogi* [Aerial ropeways]. Moscow, Mashinostroenie, 1984. 264 p.

6. Korotkiy A.A., Lagerev A.V., Meskhi B.Ch., Lagerev I.A., Panfilov A.V., Tarichko V.I. *Transportno-logisticheskie tekhnologii i mashiny dlya tsifrovoy urbanizirovannoy sredy* [Transport and logistics technologies and machines for the digital urban environment]. Rostov-on-Don, Don State Technical University, 2019. 268 p. DOI: 10.5281/zenodo.3551132 (In Russian)

7. *Peredvizhnye i samokhodnye kanatnye ustanovki* [site]. Available: <https://lektsii.org/1-88050.html> (accessed 29 May 2023). (In Russian)

8. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Tarichko V.I. *Konstruktsii i osnovy proektirovaniya mobilnykh transportno-peregruzochnykh kanatnykh kompleksov* [Structures and design fundamentals of mobile transporting and overloading rope facilities]. Bryansk, RISO BGU, 2020. 207 p. (In Russian)

9. Stepchenko T.A., Babich O.V. The results of scientific research of the Bryansk State University in 2019 in the field of transport and logistics technologies and machines for the urban environment. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2020, No.1, pp. 120-135. DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-01-120-135. (In Russian)

10. Stepchenko T.A., Babich O.V. The results of scientific research of Bryansk State University in 2021 in the field of design and modeling of work processes in mobile transport and overloading rope complexes. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2022, No.1, pp. 7-26. DOI: 10.22281/2413-9920-2022-08-01-07-26. (In Russian)

11. Tarichko V.I., Khimich A.V. Comprehensive model of the mobile transport and overloading rope complex. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2019, No.4, pp. 523-532. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-04-523-532 (In Russian)

12. Lagerev A.V., Lagerev I.A. A general approach to the creation of digital twins of mobile ropeways based on mobile transport and reloading rope units. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2022, No.1, pp. 38-60. DOI: 10.22281/2413-

мобильных канатных дорог на основе мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2022. № 1. С. 7-26. DOI: 10.22281/2413-9920-2022-08-01-38-60

13. Пат. 2780877 Рос. Федерация: МПК⁷ В61В 7/00. Быстромонтируемая мобильная канатная дорога / Лагерев А.В., Лагерев И.А. – №2022117303; заявл. 24.06.2022; опубл. 04.10.2022, Бюл. № 32.

14. Лагерев А.В., Лагерев И.А., Таричко В.И. Надежность и безопасность эксплуатации мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов. Брянск: РИСО БГУ, 2022. 207 с.

15. Лагерев И.А., Лагерев А.В., Таричко В.И. Варианты компоновки основного технологического оборудования на базовых шасси мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов и их сравнительный анализ // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2021. № 3. С. 236-255. DOI: 10.22281/2413-9920-2021-07-03-236-250

16. Лагерев А.В., Таричко В.И., Лагерев И.А. Компоновка технологического оборудования на базовом шасси мобильного транспортно-перегрузочного канатного комплекса // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2020. № 3. С. 388-403. DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-03-388-403

17. Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом и о внесении изменений в пункт 2.1.1 Правил дорожного движения Российской Федерации: постановление Правительства Рос. Федерации от 21 декабря 2020 г. № 2200.

18. Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта: федеральный закон Рос. Федерации от 08 ноября 2007 № 259-ФЗ.

19. ГОСТ Р 52748-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения. Введ. 2008-01-01. М.: Стандартинформ, 2008. 16 с.

9920-2022-08-01-38-60 (In Russian)

13. Patent RU 2780877, B61B 7/00. *Bystromontiruemaya mobilnaya kanatnaya doroga* [Fast-mounted mobile ropeway]. Lagerev A.V., Lagerev I.A. Declared 24.06.2022. Published 04.10.2022. (In Russian)

14. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Tarichko V.I. *Nadezhnost i bezopasnost ekspluatatsii mobilnykh transportno-peregruzochnykh kanatnykh kompleksov* [Reliability and safety of operation of mobile transport and overloading rope complexes]. Bryansk, RISO BGU, 2022. 207 p. (In Russian)

15. Lagerev I.A., Lagerev A.V., Tarichko V.I. Variants of the layout of the main technological equipment on the base chassis of mobile transport and reloading rope complexes and their comparative analysis. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2021, No.3, pp. 236-250. DOI: 10.22281/2413-9920-2021-07-03-236-250 (In Russian)

16. Lagerev A.V., Tarichko V.I., Lagerev I.A. Placement of technological equipment on the basic chassis of the mobile transportation and reloading rope complex. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2020, No.3, pp. 388-403. DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-03-388-403 (In Russian)

17. Ob utverzhdenii Pravil perevozok грузов автомобилным транспортом и о внесении изменений в пункт 2.1.1 Правил дорожного движения Российской Федерации: postanovlenie Pravitelstva Ros. Federatsii ot 21 dekabrya 2020 g. No. 2200 (In Russian)

18. Ustav avtomobilnogo transporta i gorodskogo nazemnogo elektricheskogo transporta: federalnyy zakon Ros. Federatsii ot 08 noyabrya 2007 № No. 9-FZ (In Russian)

19. GOST R 52748-2007 *Automobile roads of the general using. Standard loads, loading systems and clearance approaches*. Moscow, Standartinform, 2008. 16 p. (In Russian)

20. Ob utverzhdenii Federalnykh aviatsionnykh pravil «Obshchie pravila vozdushnykh perevozok passazhirov, bagazha, грузов и trebovaniya k obsluzhivaniyu passazhirov, gruzootpraviteley, gruzopoluchateley»: prikaz Ministerstva

20. Об утверждении Федеральных авиационных правил «Общие правила воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов и требования к обслуживанию пассажиров, грузоотправителей, грузополучателей»: приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 28 июня 2007 г. № 82.

21. Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов в открытом подвижном составе: Приказ Минтранса России от 14.01.2020 № 9. Зарегистрировано в Минюсте России 28.04.2020 № 58239.

22. ГОСТ 9238-2013. Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений. Введ. 2014-07-01. Москва: Изд-во стандартов, 2015.

23. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах: утв. МПС России от 27 мая 2003 г. № ЦМ-943.

24. Об утверждении Правил безопасности морской перевозки грузов (с изменениями и дополнениями): Приказ Минтранса РФ от 21.04.2003 г. № ВР-1/п.

25. ГОСТ 26653-2015. Подготовка генеральных грузов к транспортированию. Общие требования. Введ. 2017-03-01. М.: Стандартинформ, 2018. 19 с.

26. Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 07.03.2001 № 24-ФЗ (ред. от 28.02.2023): [принят Государственной Думой РФ 07 февраля 2001 г.].

27. ISO 668:2013/Amd.1:2016. Series 1 freight containers – Classification, dimensions and rating.

28. ГОСТ Р 53350-2009. Контейнеры грузовые серии 1. Классификация, размеры и масса. Введ. 2009-05-25. М.: Стандартинформ, 2018. 16 с.

29. ГОСТ Р 51876-2008. Контейнеры грузовые серии 1. Технические требования и методы испытаний. Часть 1. Контейнеры общего назначения. Введ. 2008-09-03. М.: Стандартинформ, 2011. 54 с.

30. ГОСТ 20917-87. Контейнеры авиационные. Типы, основные параметры и размеры. Введ. 1988-07-01. М.: ИПК Изда-

transporta Rossiyskoy Federatsii ot 28 iyunya 2007 g. No. 82. (In Russian)

21. Ob utverzhdenii Pravil perevozok zheleznodorozhnym transportom грузов в открытом подвижном составе: Prikaz Mintransa Rossii ot 14.01.2020 No. 9. Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 28.04.2020 No. 58239. (In Russian)

22. GOST 9238-2013 *Construction and rolling stock clearance diagrams*. Moscow, Standartinform, 2014. 211 p. (In Russian)

23. Tekhnicheskie usloviya razmeshcheniya i krepneniya грузов в вагонах и контейнерах: utv. MPS Rossii ot 27 maya 2003 g. No. CM-943. (In Russian)

24. Ob utverzhdenii Pravil bezopasnosti morskoy perevozki грузов (s izmeneniyami i dopolneniyami): Prikaz Mintransa RF ot 21 aprelya 2003 g. No. VR-1/p. (In Russian)

25. GOST 26653-2015 *Preparation of general cargoes for transportation. General requirements*. Moscow, Standartinform, 2018. 19 p. (In Russian)

26. Kodeks vnutrennego vodnogo transporta Rossiyskoy Federatsii ot 07.03.2001 № 24-FZ (In Russian)

27. ISO 668:2013/Amd.1:2016. Series 1 freight containers – Classification, dimensions and rating.

28. GOST R 53350-2009 *Series 1 freight containers - Classification, dimensions and ratings*. Moscow, Standartinform, 2018. 16 p. (In Russian)

29. GOST R 51876-2008 *Series 1 freight containers - Specification and testing - Part 1: General cargo containers for general purposes*. Moscow, Standartinform, 2011. 54 p. (In Russian)

30. GOST 20917-87 *Aircraft containers. Types, basic parameters and dimensions*. Moscow, IPK Izdatelstvo standartov, 2003. 4 p. (In Russian)

31. *Aircraft Loading Guide* [site]. Available: <https://ataint.ru/advantage/information.php> (accessed 29 May 2023). (In Russian)

32. *AirBridgeCargo Airlines - Types of pallets and containers (ULD)* [site]. Available: <https://www.airbridgecargo.com/ru/page/70/tipw-pallet-i-kontejnerov-uld> (accessed 29 May 2023). (In Russian)

33. Vaynson A.A. *Podemno-transportnye mashiny* [Lifting-transport machines]. Moscow,

тельство стандартов, 2003. 4 с.

31. Справочник по загрузке ВС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ataint.ru/advantage/information.php> (дата обращения 29.05.2023).

32. AirBridgeCargo Airlines - Типы паллет и контейнеров (ULD) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.airbridgecargo.com/ru/page/70/tipw-pallet-i-kontejnerov-uld> (дата обращения 29.05.2023).

33. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины. М.: Машиностроение, 1989. 536 с.

34. Александров М.П. Грузоподъемные машины. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана – Высш. шк., 2000. 552 с.

35. Лагереv И.А., Лагереv А.В. Современная теория манипуляционных систем мобильных многоцелевых транспортно-технологических машин и комплексов. Конструкции и условия эксплуатации. Брянск: РИО БГУ, 2018. 190 с. DOI: 10.5281/zenodo.1294622

36. Справочник по кранам: в 2-х т. / Под ред. М.М. Гохберга. Л.: Машиностроение, 1987. Т. 1. 536 с.

37. Белецкий Б.Ф., Булгакова И.Г. Строительные машины и оборудование. Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. 608 с.

38. Соколов С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин. – СПб.: Политехника, 2005. – 423 с.

39. Корнеев В.А. Особенности работы лод-мастера грузового самолета. М.: Издательские решения, 2017. 60 с.

40. Технические характеристики грузовых самолетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glx.su/tehnicheskie-harakteristiki-samoletov/> (дата обращения 29.05.2023).

41. Типы воздушных судов – классификация грузовых воздушных судов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://instels.ru/stati/tipy-vozdushnyh-sudov/> (дата обращения 29.05.2023).

42. Cargo_Aircraft_Guide_RUS.pdf [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.volga-dnepr.com/files/brochure/190219-en/Cargo_Aircraft_Guide

Mashinostroenie, 1989. 536 p. (In Russian)

34. Aleksandrov M.P. *Gruzopodemnyye mashiny* [Lifting-transport machines]. Moscow, MG TU imeni N.E. Bauman, 2000. 552 p. (In Russian)

35. Lagerev I.A., Lagerev A.V. *Sovremennaya teoriya manipulatsionnykh sistem mobilnykh mnogotselevykh transportno-tekhnologicheskikh mashin i kompleksov. Konstruktsiya i usloviya ekspluatatsii* [Modern theory of manipulation systems of mobile multi-purpose transport and technological machines and complexes. Design and operating conditions]. Bryansk, Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, 2018. 190 p. DOI: 10.5281/zenodo.1294622

36. *Spravochnik po kranam. Tom 2* [Handbook on cranes. Vol. 2]. Leningrad, Mashinostroenie, 1987. 536 p. (In Russian)

37. Beletskiy B.F., Bulgakova I.G. *Stroitelnye mashiny i oborudovaniya* [Construction machinery and equipment]. Rostov-na-Donu, Feniks, 2005. 608 p. (In Russian)

38. Sokolov S.A. *Metallicheskie konstruksii podemno-transportnykh mashin* [Lifting-transport machines metall constructions]. SPb, Politekhnik, 2005. 423 p. (In Russian)

39. Korneev V.A. *Osobennosti raboty loud-mastera gruzovogo samoleta* [Features of the work of the cargo plane's lode master]. Moscow, Izdatelskie resheniya, 2017. 60 p. (In Russian)

40. *Technical characteristics of cargo aircraft* [site]. Available: <https://glx.su/tehnicheskie-harakteristiki-samoletov/> (accessed 29 May 2023). (In Russian)

41. Types of aircraft – classification of cargo aircraft [site]. Available: <https://instels.ru/stati/tipy-vozdushnyh-sudov/> (accessed 29 May 2023). (In Russian)

42. Cargo_Aircraft_Guide_RUS.pdf [site]. Available: https://www.volga-dnepr.com/files/brochure/190219-en/Cargo_Aircraft_Guide_RUS.pdf (accessed 29 May 2023). (In Russian)

43. Shatunova E.A., Lagerev I.A. Analysis of the technical and organizational capabilities of helicopters for the deployment of mobile rope-ways based on airmobile rope units *Nauchno-tehnicheskiiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2023, No.3, pp. 255-268. DOI: 10.22281/2413-9920-2023-09-03-255-268 (In Russian)

_RUS.pdf (дата обращения 29.05.2023).

43. Шатунова Е.А., Лагерев И.А. Анализ технико-организационных возможностей вертолетов для развертывания мобильных канатных дорог на базе аэромобильных канатных установок // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2023. № 3. С. 255-268. DOI: 10.22281/2413-9920-2023-09-03-255-268

44. Шатунова Е.А. Доверие работников к технике как фактор их отношения к труду: авторферат диссертации ... кандидата психологических наук. Тверь: Тверской государственной университет, 2016. 22 с.

44. Shatunova E.A. *Doverie rabotnikov k tekhnike kak factor ikh otnosheniya k trudu* [Employees' trust in technology as a factor of their attitude to work]. Diss. Cand. Sci. (Psychology). Tver. 2016. (In Russian)