

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА / TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2025.56.2>

ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДЪЕМ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ С ПОМОЩЬЮ НАКЛОННОГО ПОДЪЕМНИКА

Научная статья

Сакулин В.С.<sup>1,\*</sup>, Недашковский В.М.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-8282-8199;

<sup>1</sup>Гимназия №10, Пушкино, Российская Федерация

<sup>2</sup>Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (vladislav.sakulin1[at]yandex.ru)

**Аннотация**

При строительстве и реконструкции небольших подвальных помещений возникают ситуации, при которых в стесненных условиях необходимо поднимать большой объем сыпучих грузов. В статье рассмотрена задача механизации подъема сыпучих материалов в стесненных условиях на примере выборки грунта при углублении подвала. Предложена конструкция простого наклонного подъемника для решения этой задачи, описан эксперимент с прототипом подъемника. По результатам эксперимента сделан вывод о целесообразности разработки подобных устройств, выработана методология их проектирования, включающая ограничения на их применение. Подъемник может быть собран за короткое время из доступных материалов непосредственно на объекте строительства. За счет жестких условий эксплуатации стального каната удалось значительно упростить конструкцию подъемника. Необходимость периодической замены каната компенсируется его невысокой ценой.

**Ключевые слова:** механизация, сыпучие грузы, наклонный подъемник, канатная тяга.

EFFICIENT LIFTING OF BULK MATERIALS IN CLOSE SPACES WITH AN INCLINED LIFT

Research article

Sakulin V.S.<sup>1,\*</sup>, Nedashkovskii V.M.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-8282-8199;

<sup>1</sup>Gymnasium №10, Pushkino, Russian Federation

<sup>2</sup>Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

\* Corresponding author (vladislav.sakulin1[at]yandex.ru)

**Abstract**

During construction and reconstruction of small basements, situations arise in which it is necessary to lift a large volume of bulk cargo in cramped conditions. The article considers the problem of mechanization of bulk material lifting in cramped conditions using the example of soil excavation when deepening a basement. The design of a simple inclined lift for solving this problem is proposed, an experiment with a prototype of the lift is described. Based on the results of the experiment, a conclusion is made on the feasibility of developing such devices, a methodology for their design is developed, including restrictions on their use. The lift can be assembled in a short time from available materials directly at the construction site. Due to the harsh operating conditions of the steel cable, it was possible to significantly simplify the design of the lift. The need for periodic replacement of the cable is offset by its low price.

**Keywords:** mechanization, bulk materials, inclined elevator, rope traction.

**Введение**

При строительстве и реконструкции небольших подвальных помещений возникают ситуации, при которых в стесненных условиях необходимо поднимать большой объем сыпучих грузов. В частности, при углублении существующих малых подвалов необходима выборка грунта. Такие подвалы часто не имеют прямого выхода на улицу, а имеют только выход внутрь дома и окна на улицу малого размера [1]. Некоторые подвалы не имеют окон, а снабжены только вентиляционными отверстиями. Подъем большого объема грунта из подвала через имеющийся выход, расположенный внутри дома, сопряжен со значительными неудобствами для жителей и является весьма трудоемким. Поэтому делается специальный проем из подвала на улицу, через который в мешках поднимается грунт [2]. Подъем грунта весьма трудоемок и требует механизации. Вместе с тем, применение наклонных ленточных конвейеров или подъемников затруднено или невозможно из-за того, что эти устройства относительно дороги, могут не поместиться внутри подвала, сложны в установке и эксплуатации. Кроме того, для их применения необходимо наличие проема достаточного размера из подвала на улицу. Создание проёма в несущей стене сопряжено с опасностью появления трещин [2], поэтому такой проем лучше делать круглого сечения минимально возможного диаметра за одно сверление алмазной буровой коронкой, без использования отбойного молотка. Подъем грунта на улицу может быть осуществлен через окна подвала посредством различных подъемников, например наклонных ленточных транспортеров (конвейеров) [3] или скиповых подъемников [4]. Анализ различных конструкций наклонных подъемников [5] показал, что подъем груза может быть реализован при помощи канатной тяги; винтовой или шарико-винтовой передачи; зубчато-реечной передачи; гидроцилиндра. Наиболее дешевым и простым в обслуживании и эксплуатации из

рассмотренных является подъемник с канатной тягой. Однако для применения таких подъемников необходимо наличие свободной площади внутри подвала и проема достаточного размера, необходимого для проноса подъемника. Кроме того, такие подъемники дороги из-за сложности конструкции. Например, для использования какого-либо варианта скипового подъемника [6], [7], [8] необходим монтаж стальных направляющих, скипов на роликах, блока и редуктора с мотором и потребует не менее 10 вращающихся деталей с необходимостью установки подшипников, применения сварных соединений, что относительно дорого. Тем не менее, эффективность ручного труда значительно повышается при его механизации. Поэтому разработка простых, дешевых и не требующих больших затрат времени на монтаж подъемников является актуальной.

В настоящей статье предложена конструкция простого наклонного строительного подъемника для эффективного подъема сыпучих материалов в ограниченном пространстве. В состав этой конструкции входит наклонная плоскость с ограничениями, по которой передвигаются однотипные полиэтиленовые контейнеры, подъем осуществляется реверсивно с помощью тельфера и канатной тяги. В подъемнике используется стальной канат, который проходит под контейнерами. За счет такой кинематической схемы конструкция подъемника отличается простотой по сравнению с аналогами.

## Метод

### 2.1. Схема наклонного строительного подъемника

Основой подъемника является наклонный настил из древесно-стружечной плиты, по которому двигаются контейнеры с сыпучим грузом. Этот настил закреплен на деревянном каркасе из досок. На рис. 1 приведена схема подъемника.

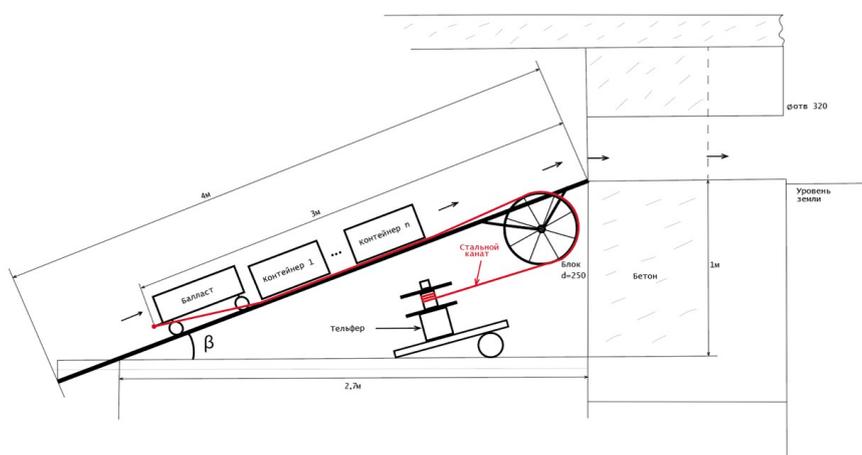


Рисунок 1 - Схема наклонного подъемника  
DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2025.56.2.1>

Настил установлен под углом  $\beta \leq 30^\circ$  к горизонту исходя из удобства установки нагруженных контейнеров на настил, а также исходя из размеров подвального помещения. На настил устанавливаются загруженные грунтом контейнеры, после чего они двигаются наружу. Движение контейнерам придает толкатель с балластным грузом на опорах качения (катках). Толкатель движется стальным канатом, который через блок наматывается на барабан тельфера. Благодаря тому, что канат закреплен сзади толкателя в его нижней части, подъемник может выталкивать контейнеры на горизонтальный участок пути. Возможно применение наклонного отверстия, но в этом случае последний контейнер не будет удерживаться на участке пути, проходящем через стену, при обратном ходе толкателя. При подъеме контейнеры двигаются вверх по наклонному настилу под действием толкателя. Траекторию их движения ограничивают по бокам барьеры, изготовленные из профиля для крепления гипсокартона. Канат огибает блок и наматывается на барабан тельфера. Тельфер жестко закреплен на горизонтальном основании из дерева. Фотография прототипа подъемника приведена на рис. 2.



Рисунок 2 - Фотография прототипа наклонного подъемника  
DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2025.56.2.2>

Управление подъемником осуществляется с помощью средств управления тельфера. Возможна установка концевых выключателей сверху и снизу наклонной плоскости для автоматического отключения подъемника при достижении толкателем крайних точек пути. Контейнеры двигаются поверх стального каната, таким образом, они лежат на нем. Такое расположение контейнеров и стального каната позволяет сделать настил сплошным, не имеющим прорезей для толкателя. Канат испытывает повышенный износ в процессе работы, что компенсируется низкой ценой стальных канатов малого диаметра.

### 2.2. Контейнеры и блок для подъема сыпучих грузов

Для ручной выборки грунта из подвала могут применяться различные контейнеры, такие как ведра и мешки. Для подъема грузов по наклонной плоскости были выбраны полиэтиленовые контейнеры. Эти контейнеры представляют собой обрезанные канистры объемом 10, 20, или 30 литров, в зависимости от диаметра выходного отверстия из подвала на улицу. В качестве таковых могут быть использованы бывшие в употреблении канистры из-под моторного масла, жидкости для чистки бассейнов и пр., в частности, такие как на рис. 3. Повторное использование пластиковых канистр не налажено в промышленных масштабах [9], и производится в единичных случаях [10], [11], [12]. При этом оно способствует сокращению загрязнений окружающей среды пластиком.



Рисунок 3 - Контейнеры с грунтом перед установкой на подъемник  
DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2025.56.2.3>

Круглый проем в стене подвала имеет диаметр 32 см., в связи с чем в качестве контейнеров были выбраны обрезанные стандартные канистры емкостью 20 л. Такой контейнер (рис. 4) проходит по своим габаритам через этот проем и является относительно износоустойчивым.



Рисунок 4 - Контейнер в круглом проеме стены  
DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2025.56.2.4>

Блок представляет собой переднее колесо детского велосипеда диаметром 250 мм без резины. Он закреплен на настиле таким образом, чтобы толкатель мог дойти до крайней точки настила и продвинуть последний контейнер до горизонтального участка пути.

### 2.3. Выбор числа контейнеров и мощности тельфера

Тельфер наматывает стальной канат на барабан и заставляет контейнеры с грузом двигаться вверх по наклонному настилу с помощью толкателя с балластным грузом. Трение между контейнерами и настилом определяется их массой и скоростью движения. В среднем масса контейнера с грузом равна  $m_{гр} = 20$  кг. Масса толкателя с балластом выбрана  $m_T = 15$  кг. для его надежного возврата в исходное положение и повторной загрузки контейнеров. Скорость подъема выбранного тельфера  $V = 10$  м/мин. Количество контейнеров определяется длиной настила, мощностью привода и эргономикой их установки на настил. В эксперименте было задействовано  $n = 5$  контейнеров. Тогда, в соответствии со вторым законом Ньютона, необходимое тяговое усилие тельфера:

$$F = m_T g \sin \beta + m_{гр} n g \sin \beta + m_T g K_T \cos \beta + m n g K_{гр} \cos \beta \quad (1)$$

Здесь  $K_T$  – коэффициент сопротивления толкателя,  $K_{гр}$  – коэффициент трения нагруженного контейнера о настил. Эти коэффициенты могут варьироваться в достаточно широких пределах в зависимости от состояния поверхности скольжения. В среднем  $K_T = 0,05$ ,  $K_{гр} = 0,2$  [13]. Подставляя численные значения в (1), получим  $F = 15 \cdot 9,81 \cdot \sin 30^\circ + 20 \cdot 3 \cdot 9,81 \cdot \sin 30^\circ + 15 \cdot 9,81 \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,05 + 20 \cdot 5 \cdot 9,81 \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,02 \approx 739$  Н. Тогда мощность тельфера:

$$W = \frac{K_з K_{бл} F V}{\eta_{бл} \eta_{пр}} \quad (2)$$

Здесь  $K_з$  – коэффициент запаса мощности,  $K_{бл}$  – коэффициент сопротивления блока,  $\eta_{бл}$  – КПД блока,  $\eta_{пр}$  – КПД привода тельфера. Примем  $K_з = K_{бл} = 1,2$ ;  $\eta_{бл} = \eta_{пр} = 0,9$ . Тогда необходимая мощность двигателя  $W = \frac{1,2 \cdot 1,2 \cdot 739 \cdot 0,16}{0,9 \cdot 0,9} \approx 210$  Вт. С учетом этого был выбран тельфер мощностью 500 Вт, что соответствует значительному запасу по мощности.

### Результаты эксперимента

В ходе эксперимента по подъему грунта с применением прототипа подъемника были задействованы двое рабочих. Один из них нагружал грунт в контейнеры и управлял тельфером, а второй снаружи разгружал контейнеры и сбрасывал их пустыми обратно по настилу. В целом это позволило значительно сократить трудозатраты по сравнению с вариантом без механизации [2].

После выборки примерно 17 куб.м. грунта, что составило около 220 реверсивных движений подъемника, оборвался стальной канат, что потребовало его замены. Остальные элементы конструкции, включая настил, контейнеры и блок, не подверглись существенному износу. В некоторых случаях при движении грузов происходило их застопоривание перед горизонтальным участком пути в стене. Это застопоривание было обусловлено деформацией нагруженных контейнеров. Их замена на более жесткие и толстостенные контейнеры позволила снизить вероятность такого застопоривания.

### Проектирование наклонных подъемников для стесненных условий

В результате анализа предметной области и обобщения опыта, полученного в ходе проведенного эксперимента, выработана методология проектирования наклонных подъемников предложенной конструкции. Основой этой методологии служит обобщенная процедура, представленная в виде последовательности следующих шагов.

**Шаг 1.** Получить значения параметров:  $L$  – ширина подвала от стены с выходным отверстием для контейнеров до противоположной стены,  $H$  – существующая высота подвала,  $D$  – диаметр существующего или проектируемого отверстия для контейнеров;

**Шаг 2.** По полученным на шаге 1 значениям параметров оценить целесообразность строительства подъемника предложенной конструкции (раздел 2.1), при отрицательном результате этой оценки выйти из процедуры;

**Шаг 3.** По значению параметра  $D$  выбрать один из трех вариантов контейнеров (раздел 2.2.);

**Шаг 4.** Выбрать значение параметра  $n$  – число контейнеров (раздел 2.3);

**Шаг 5.** Выбрать мощность тельфера (раздел 2.3), исходя из необходимого тягового усилия (1) в соответствии с выражением (2);

На шаге 1 приведенной процедуры задаются ее входные параметры. Параметры  $L$  и  $H$  зависят от конкретного подвала, параметр  $H$  ограничен высотой потолка подвала над уровнем земли и пожеланиями заказчика. На шаге 2 оценивается целесообразность строительства подъемника исходя из ограничений, определяемых размерами подвала. Эти ограничения выражены неравенством:

$$\operatorname{tg} \frac{H-D}{L} \leq \operatorname{tg} 30^\circ \approx 0,577 \quad (3)$$

Если неравенство (3) не выполняется, то размеры подвала не позволяют разместить настил под углом  $\beta \leq 30^\circ$  к горизонту и происходит выход из процедуры по причине нецелесообразности строительства подъемника. В ходе эксперимента по созданию прототипа подъемника выяснилось, что при  $\beta \gg 30^\circ$  может происходить частичное высыпание содержимого контейнеров при их установке и движении по настилу.

На шагах 3 и 4 эмпирически, исходя из значения параметра  $D$ , а также объема имеющихся в наличии канистр, выбирается тип и число контейнеров. Результатом шага 5 является выбор конкретного типа тельфера исходя из его необходимой мощности.

Результатом действия приведенной процедуры является проектное решение в виде наклонного подъемника для конкретного подвала.

#### Заключение

В статье рассмотрена практическая реализация наклонного подъемника для выборки грунта из подвальных помещений. Эта реализация основана на применении не использовавшейся ранее кинематической схемы, которая предполагает выталкивание контейнеров с помощью толкателя, движимого стальным канатом, проходящим непосредственно под контейнерами и толкателем. Стальной канат испытывает повышенный износ, поскольку соприкасается с настилом и контейнерами, загрязненными грунтом. За счет жестких условий эксплуатации стального каната удалось значительно упростить конструкцию подъемника. В ходе экспериментов с прототипом предложенного наклонного подъемника было установлено, что с использованием одного стального каната диаметром 4 мм. в составе этого прототипа возможно механизировать выборку около 17 куб.м. грунта. Необходимость периодической замены каната компенсируется его невысокой ценой. В качестве контейнеров в наклонном подъемнике применены бывшие в употреблении обрезанные канистры из-под горюче-смазочных материалов. Повторное применение таких канистр способствует сокращению загрязнений окружающей среды пластиком.

На основе анализа предметной области и обобщения опыта, полученного в ходе эксперимента, выработана методология проектирования наклонных подъемников предложенного типа. Эта методология позволяет получить проектное решение в виде наклонного подъемника для конкретного подвала. В рамках методологии выявлены ограничения, при удовлетворении которых целесообразно строительство подъемника.

По результатам исследования сделан вывод о том, что предложенный вариант конструкции простого наклонного подъемника эффективен для решения задачи механизации выборки грунта в стесненных условиях. Подъемник может быть собран за короткое время из доступных материалов непосредственно на объекте строительства.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

#### Список литературы / References

1. Vo A.V. In Search of Basement Indicators from Street View Imagery Data: An Investigation of Data Sources and Analysis Strategies / A.V. Vo, M. Bertolotto, U. Ofterdinger [et al.] // KI - Künstliche Intelligenz. — 2023. — Vol. 37. — №. 1. — С. 41–53. — DOI: 10.1007/s13218-022-00792-4. — EDN VBGKHA.
2. Углубление подвала в частном доме // Оптимум Прайс – гидроизоляция, укрепление, усиление. — URL: <https://optpra.ru/nashi-raboty/uglublenie-podvala-3> (дата обращения: 17.10.2024).
3. Наклонные ленточные транспортеры // PORT group. — URL: <https://www.conveyery.ru/katalog/lentochnye-konveyery/naklonnye-lentochnye-konveyery/> (дата обращения: 17.10.2024).
4. Hong S.Y. Evaluation of bunker size for continuous/discrete flow systems by applying discrete event simulation: A case study in mining / S.Y. Hong, A. Bal, F. Badurdeen [et al.] // Simulation Modelling Practice and Theory. — 2020. — № 105. — 102155 p.

5. Витчук П.В. Проектирование инвалидного подъемника с канатной тягой / П.В. Витчук, А.В. Федулов // Электронный журнал: наука, техника и образование. — 2018. — №. 1 (17). — С. 33–40. — EDN YTXEJO.
6. Ермолаев А.Д. Скиповый подъемник / А.Д. Ермолаев, П.М. Раздымаха, Л.И. Фомин [et al.] // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2021 : сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. — Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. — Т. 4. — С. 105–108. — EDN IBCROD.
7. Стаситис А.И. Скиповый подъемник: пат. 1017637 SU: МПК51 В66В 9/06 / А.И. Стаситис, А.П. Глебас, Р.П. Вишняускас [и др.]; заявитель и патентообладатель Литовский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института маслodelьной и сыродельной промышленности. — № 3288548; заявл. 1981-05-12; опубл. 1983-05-15. — 3 с.
8. Раздымаха П.М. Грузоподъемное оборудование: скиповый подъемник / П.М. Раздымаха, В.И. Шаферов, А.В. Куйдин [и др.] // Техника и технология современных производств : сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. — Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. — С. 358–361. — EDN THICKW.
9. Щербаков А.Н. Модульная система для повторного использования канистр из-под технических жидкостей: пат. 2403843 РФ: МПК51 А47В 47/00 / А.Н. Щербаков; ООО «Химлюкс». — № 2009138584/12; заявл. 2009-10-19; опубл. 2010-11-20. — 12 с.
10. Субботин И.А. Деятельность ФГБУ «Россельхозцентр» по сбору и утилизации тары из-под пестицидов / И.А. Субботин, Л.В. Субботина, В.И. Ведерникова // Приоритетные направления регионального развития : сборник статей по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. — Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2022. — С. 301–307. — EDN EQHVYY.
11. Санникова Н.В. К вопросу об утилизации тары средств химической защиты растений / Н.В. Санникова, О.В. Шулепова // Агропродовольственная политика России. — 2017. — №. 12 (72). — С. 129–132. — EDN TDIXMJ.
12. Рубчиц О.В. Утилизация тары из-под пестицидов: пилотный проект запущен! О.В. Рубчиц // Защита и карантин растений. — 2012. — № 8. — С. 8–9. — EDN PALEQX.
13. Клёсов А.А. Древесно-полимерные композиты: сопротивление скольжению и коэффициент трения композитных террасных досок / А.А. Клёсов // Древесно-полимерные композиты. — 2012. — URL: <https://plastinfo.ru/information/articles/394/> (дата обращения: 17.10.2024).

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Vo A.V. In Search of Basement Indicators from Street View Imagery Data: An Investigation of Data Sources and Analysis Strategies / A.V. Vo, M. Bertolotto, U. Ofterdinger [et al.] // KI - Künstliche Intelligenz. — 2023. — Vol. 37. — №. 1. — С. 41–53. — DOI: 10.1007/s13218-022-00792-4. — EDN VBGKHA.
2. Uglublenie podvala v chastnom dome [Deepening the basement in a private house] // Optimum Prajs – gidroizoljacija, ukreplenie, usilenie [Optimum Price – waterproofing, reinforcement, reinforcement]. — URL: <https://optpra.ru/nashi-raboty/uglublenie-podvala-3> (accessed: 17.10.2024). [in Russian]
3. Naklonnye lentochnye transportery [Inclined belt conveyors] // PORT group. — URL: <https://www.conveyery.ru/katalog/lentochnye-konvejery/naklonnye-lentochnye-konvejery/> (accessed: 17.10.2024). [in Russian]
4. Hong S.Y. Evaluation of bunker size for continuous/discrete flow systems by applying discrete event simulation: A case study in mining / S.Y. Hong, A. Bal, F. Badurdeen [et al.] // Simulation Modelling Practice and Theory. — 2020. — № 105. — 102155 p.
5. Vitchuk P.V. Proektirovanie invalidnogo pod'emnika s kanatnoj tjagoj [Wheelchair lift with the rope drive design] / P.V. Vitchuk, A.V. Fedulov // Elektronnyj zhurnal: nauka, tehnika i obrazovanie [Electronic journal: Science, Technology and Education]. — 2018. — № 1 (17). — P. 33–40. — EDN YTXEJO. [in Russian]
6. Ermolaev A.D. Skipovyj pod'emnik [Skip lift] / A.D. Ermolaev, P.M. Razdymakha, L.I. Fomin [et al.] // Pokolenie budushhego: Vzglyad molodyh uchenyh-2021 [Generation of the future: The view of young scientists-2021] : collection of scientific articles of the 10th International Youth Scientific Conference. In 4 volumes. — Kursk : Southwestern State University, 2021. — Vol. 4. — P. 105–108. — EDN IBCROD. [in Russian]
7. Stasitis A.I. Skipovyj pod'emnik [Skip lift]: pat. 1017637 SU: МПК51 В66В 9/06 / А.И. Стаситис, А.П. Глебас, Р.П. Вишняускас [et al.]; the applicant and the patentee Lithuanian branch of the All-Union Scientific Research Institute of the Butter and Cheese Industry. — № 3288548; appl. 1981-05-12; publ. 1983-05-15. — 3 p. [in Russian]
8. Razdymakha P.M. Gruzopod'emnoe oborudovanie: skipovyj pod'emnik [Lifting equipment: skip lift] / P.M. Razdymakha, V.I. Shaferov, A.V. Kuydin [et al.] // Tehnika i tehnologija sovremennyh proizvodstv [Machinery and technology of modern production] : collection of articles of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference. — Penza : Penza State Agrarian University, 2023. — P. 358–361. — EDN THICKW. [in Russian]
9. Shcherbakov A.N. Modul'naja sistema dlja povtornogo ispol'zovanija kanistr iz-pod tehniceskikh zhidkostej [Modular system for reuse of cans from industrial liquids]: pat. 2403843 RF: МПК51 А47В 47/00 / А.Н. Щербаков; the applicant and the patentee LLC "Himlux". — № 2009138584/12; appl. 2009-10-19; publ. 2010-11-20. — 12 p. [in Russian]
10. Subbotin I.A. Dejatel'nost' FGBU "Rossel'hozcentr" po sboru i utilizacii tary iz-pod pesticidov [Activity of the Federal State Budgetary Institution "Rossel'hozcentr" on collection and disposal of containers from pesticides] / I.A. Subbotin, L.V. Subbotina, V.I. Vedernikova // Prioritetnye napravlenija regional'nogo razvitija [Priority areas of regional development] : collection of articles based on the materials of the III All-Russian (National) Scientific and Practical Conference. — Kurgan : Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev, 2022. — P. 301–307. — EDN EQHVYY. [in Russian]

11. Sannikova N.V. K voprosu ob utilizacii tary sredstv himicheskoj zashhity rastenij [On the issue of recycling containers of chemical plant protection products] / N.V. Sannikova, O.V. Shulepova // Agroprodovol'stvennaja politika Rossii [Agro-food Policy of Russia]. — 2017. — № 12 (72). — P. 129–132. — EDN TDIXMJ. [in Russian]
12. Rubchits O.V. Utilizacija tary iz-pod pesticidov: pilotnyj proekt zapushhen! [Utilization of the pesticides' packages: pilot project has been launched!] / O.V. Rubchits // Zashhita i karantin rastenij [Plant Protection and Quarantine]. — 2012. — № 8. — P. 8–9. — EDN PALEQX. [in Russian]
13. Klesov A.A. Drevesno-polimernye kompozity: soprotivlenie skol'zheniju i kojefficient trenija kompozitnyh terrasnyh dosok [Wood-polymer composites: slip resistance and coefficient of friction of composite terrace boards] / A.A. Klesov // Drevesno-polimernye kompozity [Wood-polymer Composites]. — 2012. — URL: <https://plastinfo.ru/information/articles/394/> (accessed: 17.10.2024). [in Russian]