

С.А. Нуркушева<sup>1</sup>, М. Бембенек<sup>2</sup>, О.Н. Костюченкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет  
им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

<sup>2</sup> AGH Краковский университет, Краков, Польша  
(e-mail: saltanat.nurkusheva@kazatu.kz)

---

## Обзор применения подъемного оборудования в автотехобслуживании г. Астаны

---

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема эффективного применения автомобильных подъемников для легковых автомобилей, а также анализ технических параметров подъемников на автосервисах г. Астаны. Целью исследования является создание теоретических основ для повышения эффективности и безопасности применения подъемников на предприятиях автосервиса. Объектом исследования является производительность труда автосервиса с применением подъемного оборудования. На основе анализа обзора существующих конструкций разработана классификация с целью модернизации и создания новых видов автоподъемников, которая позволяет оценить существующие подъемники. Приведены результаты сравнения отдельных типов подъемников, которые используются в столице Казахстана, критерии оценки эффективности и их применения на автосервисе с целью повышения эффективности их использования.

**Ключевые слова:** автоподъемник, подъемное оборудование, подъемник на автосервисе, оборудование для автомобилей, классификация подъемников, статистический анализ.

DOI: [doi.org/10.32523/2616-7263-2023-143-2-136-146](https://doi.org/10.32523/2616-7263-2023-143-2-136-146)

---

### 1. Введение

По городу Астане насчитывается 35 официальных дилеров крупных автосалонов, не менее 74 средних автосервисов, 549 шиномонтажных станций технического обслуживания на период конца 2022 года. Широкий спектр моделей и марок технологического оборудования используются в автосервисах для технического обслуживания и текущего ремонта, диагностирования и предпродажной подготовки сервиса автомобилей, объединенных одним термином «автотехобслуживание».

Применение в автотехобслуживании подъемного оборудования способствует облегчению доступа к узлам и деталям автотранспортных средств, а также снижению трудоемкости профилактических работ при их проведении, что ведет к повышению производительности труда работников сервиса. Развитие качественного автотехобслуживания может иметь место только при условии повышения эффективности труда исполнителей, которому во многом способствуют полная механизация и автоматизация технологических процессов [1].

Актуальностью проблемы является значительно высокий объем спроса и предложения на рынке технического обслуживания, ремонта и сервиса автомобилей, что, в свою очередь, определяет высокую конкуренцию в области индустрии сервисного

обслуживания транспортных средств. К сожалению, из-за отсутствия отечественного производства автоподъемников, многие автосервисы вынуждены приобретать современное оборудование у зарубежных брендов, среди которых самые популярные Heshbon, Nordberg, Oma, Ravaglioli, Rotary, Sivik.

Летом 2022 года бренд Ravaglioli анонсировал о разработке новой серии двухстоечных подъемников «Legend», которые описываются такими критериями, как: современный дизайн, инновационная конструкция и устремленность в будущее. Помимо двухстоечных подъемников, Ravaglioli разработал новый ножничный подъемник из серии KVI, который изображен на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Ножничный подъемник Ravaglioli серии KVI

[<https://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2022/07/Scissor-Lift-Bodyshop-BR-RU-07-2022-screen.pdf>)]

Благодаря накладкам «always on» ножничный подъемник используется для проведения дополнительных операций. Лапы в конструкции имеют встроенную накладку, благодаря которой могут оставаться на подъемнике в исходном положении. Разновидностями конфигураций являются: пневмогидравлические с ручными лапами для минимальных компактных решений; электрогидравлические с ручными лапами для быстрого подъема без рывков и скачков; электрогидравлические с пневматическими лапами для высокой скорости и повышения эргономичности; электрогидравлические с захватами колес для простого позиционирования транспортного средства; АТЕХ с пневматическими лапами с целью взрывозащищенной конфигурации.

Итальянский бренд OMCN в 2022 году выпустил свою новую линейку подъемников, среди которых есть ножничный подъемник, изображенный на рисунке 2. Данный подъемник оснащен 4 рычагами для подъема легковых автомобилей. Среди основных преимуществ можно назвать высокий подъем и небольшую ширину платформы, что позволяет удобно и легко работать под автомобилем.



**Рисунок 2.** Ножничный подъемник OMCN  
[<https://www.omcn.it/wp-content/uploads/2015/02/mini-catalogo-omcn.pdf>]

Тем не менее, каждый бренд ежегодно улучшает и предоставляет широкий выбор подъемного оборудования. У каждого из типов подъемников есть свои преимущества и недостатки, различия технических характеристик затрудняет выбор оборудования владельцев автосервиса и технических директоров. Поэтому в данной статье дан подробный анализ конструктивных особенностей и тенденции развития автоподъемников, используемых в автосервисах по г. Астане.

## 2. Методы

Для достижения поставленной цели и решения задач исследований был изучен и проанализирован ряд материалов различных литературных источников по выбору методического подхода к решению поставленной проблемы. Для обработки данных с целью их анализа использовалась программа работы с электронными таблицами Excel, а именно математические и статистические расчеты. В статистическом анализе данной статьи использованы методы описания (описательная статистика) и методы их обработки (аналитическая статистика). Для отбора наиболее связанных данных было использовано нахождение оптимума. Симплекс-метод, использованный в ходе решения, основан на предварительном выборе исходного решения. При выборе системы с новым показателем проводился анализ результатов, пока не был найден оптимальный вариант [2-5].

## 3. Результаты и обсуждение

В ходе изучения литературных источников нами предлагается обобщённая классификация (рисунок 3), составленная на основании существующих классификаций подъемников.

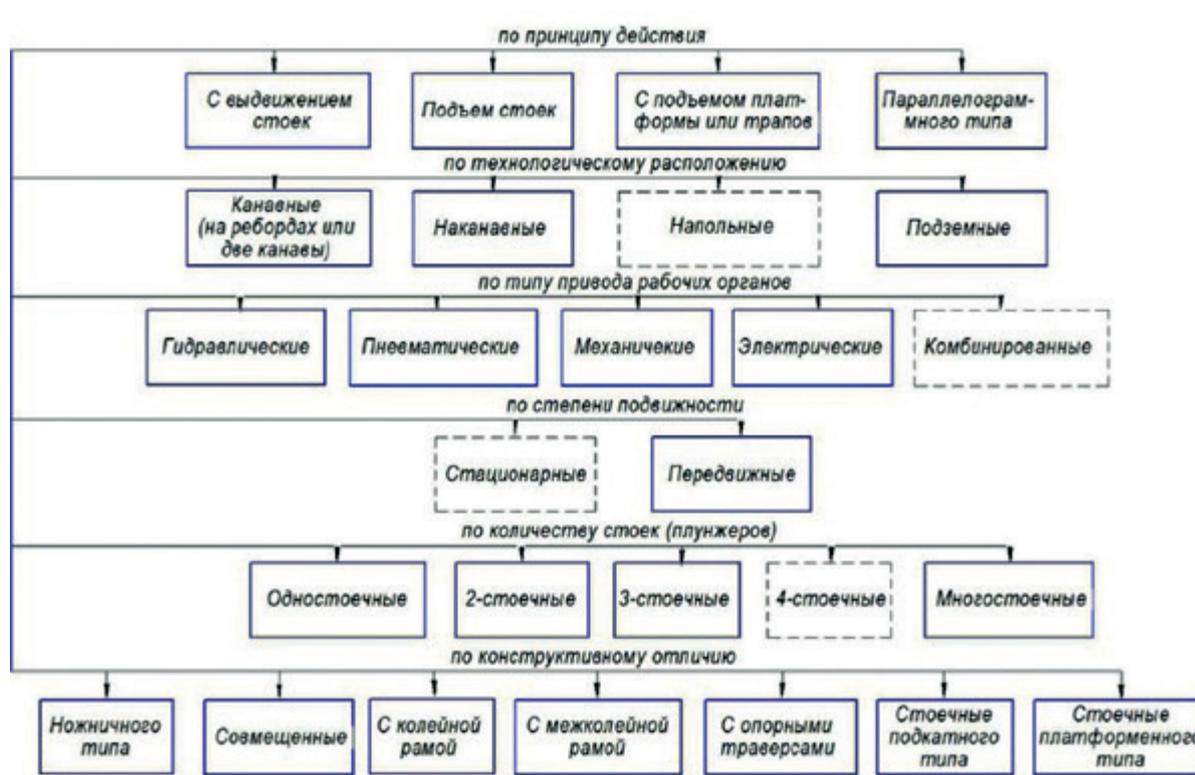


Рисунок 3. Классификация автомобильных подъемников

Анализ и обзор существующих конструкций показал, что наибольшую популярность получили электрогидравлические и механические подъемники. Преобладающим большинством подъемников на крупных автосервисах г. Астаны являются: двухстоечный, четырехстоечные и ножничные подъемники.

Стационарные подъемники на сегодняшний день являются подавляющим большинством выпускаемых подъемников, предназначенные для постов ТО и ТР на производственно-технической базе [6-12].

Ниже приведена таблица 1 подъемников, используемых в автосалонах г.Астаны, с техническими характеристиками [13-26].

Таблица 1. Подъемники, используемые в автосалонах г.Астаны [13-26]

Название автосалона	Марка подъемника
Allur Auto Astana	Ravagliolis.p.a.
	Ravagliolis.p.a.
Crystal Renault Astana	Nordberg
	Ravagliolis.p.a.
АВТОМИР ЦЕНТР Мазда	Rotary lift
	Rotary lift
Toyota City Astana	Ravagliolis.p.a.
	Oma
	Ravagliolis.p.a.
	Ravagliolis.p.a.

АС «ЭКЛИПС»	Heshbon	
	OMCN	Пневматический подъемник т.м. ЕРМАК
Hyundai Premium Astana		Blitz Rotary
СТО «Удача»		N412A-4T Nordberg
Push Start		Trommelberg tst45sw
«НурДан»		ЕРМАК
SCT-service автосервис		Heshbon HL-27M
СТО «Юг»		Ravagliolis.p.a.
СТО Mustang		Rotary lift
BOSCH Auto Service		Sivik
Truck auto		Nordberg
		Nordberg
Toyota ЦентрЕсиль		Ravaglioli RAL
		Nordberg
Fit Service		Nordberg 4455
		Rotary
Autoland		Heshbon HL-27M

В различных автосалонах используются схожие подъемники, поэтому далее приведем таблицу по модели оборудования без повторных подъемников и проведем статистический анализ генеральной совокупности, используя программу Excel. Все полученные значения основных критериев записаны ниже в таблице 2, основными из которых являются: среднее значение, стандартное отклонение, минимальные и максимальные значения, дисперсия и коэффициент вариации.

**Таблица 2.** Статистический анализ разновидности подъемников

№ п/п	Модель подъемника	Грузоподъемность
1	HESHBON HL-51G	3500
2	HESHBON HL-27M	6000
3	N412A-4T Nordberg	4000
4	Norberg N631L-3	3000
5	Norberg 4122A-4T	4000
6	Norberg 4455	5500
7	Oma526B (450AT)	4000
8	Ravaglioli RAL	4500
9	Ravaglioli RAV 4655L	6500
10	Ravaglioli RAV 4505L	5000
11	Ravaglioli KPS244HEK	3200
12	Rotary lift ATO77	3500
13	Rotary lift SPOA10	4500
14	Sivik	5000
15	Trommelberg tst45sw	4500
16	ЕРМАК ПГА-3500-E	3500
	Средние	4387,50
	Дисперсия	952343,75
	СКО	1007,89
	Коэф.вар.	22,97

Результатами статистического анализа являются полученные данные, среди которых среднее значение равняется 4387,50; стандартная ошибка – 251,97; медиана – 4250; мода – 3500; стандартное отклонение – 1007,88; дисперсия выборки – 1015833,33; эксцесс – (-0,22); минимум – 3000; максимум – 6500; сумма – 70200; счет – 16; уровень надежности (95,0%) – 537,06.

Далее определим размах варьирования результатов измерения по следующему выражению

$$R = X_{\max} - X_{\min}, \quad (1)$$

где  $R$  – размах варьирования, см;

$X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  – соответственно максимальное и минимальное значение грузоподъемности, кг.

Сгруппируем все полученные значения в  $k$  групп.

Величину интервала групп определим по соотношению

$$i = \frac{R}{k}, \quad (2)$$

$$k = \sqrt{n} \quad (3)$$

где  $i$  – величина интервала, см;

$k$  – число групп.

В нашем случае целесообразно взять семь групп. В этом случае получим данные в таблице 3.

Таблица 3. Расчет квадратов суммы отклонений

Интервал	Частота, $f$	Ср. знач-ие по группе $\bar{X}_i$	$f \cdot \bar{X}_i$	$\bar{X} - \bar{X}_i$	$f(\bar{X} - \bar{X}_i)$	$f(\bar{X} - \bar{X}_i)^2$
1	2	3	4	5	6	7
[3000-3500]	5	3250	16250	937,5	+4687,5	4394531,25
[3500-4000]	3	3750	11250	437,5	+1312,5	574218,75
[4000-4500]	3	4250	12750	-62,5	-187,5	11718,75
[4500-5000]	2	4750	9500	-562,5	-1125	632812,5
[5000-5500]	1	5250	5250	-1062,5	-1062,5	1128906,25
[5500-6000]	1	5750	5750	-1562,5	-1562,5	2441406,25
[6000-6500]	1	6250	6250	-2062,5	-2062,5	4253906,25
Итого	16		67000		0	

При построении гистограммы из пакета анализа Excel была использована функция «частота». При этом весь диапазон изменений был разбит на интервалы равной ширины (карманы). В данном случае количество карманов составляет 7. По всей выборке определено число попаданий значений грузоподъемностей в каждый из интервалов. Исходя из этого, вычисляются относительные частоты, по которым была построена гистограмма и выборочная функция распределения статистических вероятностей на рисунке 4.

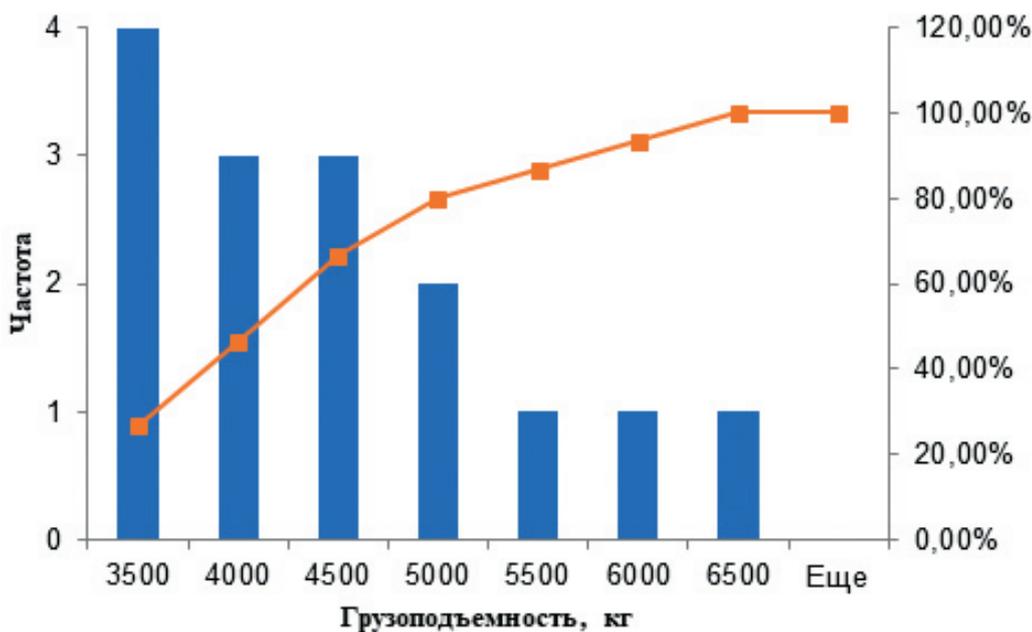


Рисунок 4. Гистограмма и выборочная функция распределения статистических вероятностей

Исходя из полученной гистограммы и выборочной функции распределения статистических вероятностей генеральной совокупности грузоподъемности от 3000 кг до 6500 кг можно сделать вывод, что функция нарастает до 100%, при этом с увеличением грузоподъемности подъемника снижается частота выбора, что доказывает использование более универсальных подъемников со сниженной грузоподъемностью.

Эффективность использования подъемников на автосервисах зависит от системы организации работ и насколько точно определен предстоящий объем работ по каждому конкретному автомобилю, сколько рабочих одновременно работает на подъемнике, как организована доставка запасных частей и материалов к посту. Немаловажными являются такие факторы, как надежность самих подъемников, их ремонтпригодность и приспособленность к ТО, существующая система ТО и ремонта подъемников, а также периодичность их технического обслуживания. Эффективность использования подъемников для автомобилей на СТО автосервиса оценивается группой оперативных (временных) и экономических (стоимостных) показателей. К оперативным показателям относятся: среднее время обслуживания одного автомобиля на подъемнике, коэффициент полезного использования подъемника  $K_{ис}$ , пропускная способность подъемника  $K_{пр}$ . При этом к экономическим критериям относятся: средняя трудоемкость обслуживания одного автомобиля  $T_{ср}$ , коэффициент использования подъемника по трудоемкости  $K_{итт}$ , стоимость проведенных работ  $C_n$ , сьем услуг с одного подъемника  $C_{усл}$ . Помимо оперативных и экономических показателей для оценки эффективности использования подъемников используются дополнительные показатели: коэффициент оснащенности технологических зон  $K_о$ , количество агрегатов автомобиля  $n_а$ , доступность к агрегатам автомобиля, удобство работы, коэффициент использования подъемника по грузоподъемности  $k_{гр}$ , коэффициент использования полезной площади  $k_{пл}$ .

Ниже приведены в качестве примера пять автосервисов с различными видами работ, которые являются распространенным большинством и самым трудоемким [Таб. 4].

Таблица 4. Название автосервисов с видами работ

Виды работ	Allur Auto Astana	Crystal Renault Astana	АВТОМИР ЦЕНТР Мазда	Toyota City Astana	АС «ЭКЛИПС»
Мойка	+	+	-	+	-
ТО	+	+	+	+	+
Гарантийное обслуживание	+	+	-	+	-
Слесарные	+	+	+	+	+
Жестяно-сварочные	+	+	+	+	+
Проверка установки колес	+	+	+	+	+

#### 4. Выводы

С целью проведения анализа эффективности использования подъемников обследован ряд типовых автосервисов различной мощности, в результате чего было выявлено, что подъемники для автомобилей применяются на зонах: приемки, мойки, ТО, ремонта в кузовном цехе. Загруженность постов по среднему числу автомобилеязездов в значительной степени меняется в зависимости от времени года. В весенне-летний период наиболее загружены зоны ТО, ремонта и диагностики, а в осенне-зимний возрастают слесарные и жестяно-сварочные работы.

Самая большая пропускная способность поста с применением подъемника – в зонах смазки и диагностики. В зонах ТО и кузовных работ пропускная способность поста намного ниже. Заниженное значение коэффициента использования подъемника по времени объясняется большими потерями времени на въезд и съезд автомобиля с подъемника, а также простоями из-за несвоевременного обеспечения запасными частями и материалами.

#### Список литературы

1. Костюченкова О.Н., Нуркушева С.А. Обзор применения подъемно-транспортного оборудования на автосервисе. Изд-во: КГСХА им. Т.С. Мальцева, Лесниково, – 2020. – 686-689с.
2. Костюченкова О.Н., Нуркушева С.А. К вопросу обоснования классификаций предприятий автотранспорта и технологического оборудования предприятий автосервиса, Актуальные проблемы АПК и инновационные пути их решения, Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева (Лесниково), УДК: 621.9.067:621.865(045), – 2021. – 371-374 с.
3. Напольский Г.М., Зенченко В.А., Обоснование спроса на услуги автосервиса и технологический расчет станции технического обслуживания легковых автомобилей. 2000. – 83 с.
4. Костюченкова О.Н., Валге А.М. Использование Excel и MathCAD при проведении исследований по механизации сельскохозяйственного производства. Учебное пособие. Астана, – 2017, – 168 с.
5. Burian, M., Havlik, J., Folta, Z., Trochta, M. and Marsalek, P. (2014) 'Solution the Drive Lifting Scissor Platforms', Modern Methods of Construction Design, pp. 19-26.
6. Takesue, N., Komoda, Y., Murayama, H., Fujiwara, K. and Fujimoto, H. (2016) 'Scissor lift with real-time self-adjustment ability based on variable gravity compensation mechanism', Advanced Robotics, 30(15), pp. 1014-1026.
7. Tao, L., Jian, S. and Ieee (2009) 'Simulative Calculation and Optimal Design of Scissor Lifting Mechanism', Ccdc 2009: 21st Chinese Control and Decision Conference, Vols 1-6, Proceedings, pp. 2079.

8. Zhang, W., Wang, X. X. and Wang, L. W. (2012) 'Strength Optimization Design of Box-shape Arms of a Scissor Lift Mechanism with Single Hydraulic Cylinder', *Functional Manufacturing and Mechanical Dynamics Ii*, 141, pp. 513-+.
9. Zhang, W., Zhang, X. F., Yan, C., Xiang, S. J. and Wang, L. W. (2015) 'A characteristic triangle method on input vectors of scissor lift mechanism and its applications in modeling and analysis', *Journal of Advanced Mechanical Design Systems and Manufacturing*, 9(3).
10. Gong, J., Zhang, D. Q., Guo, Y., Tang, Z. Y., Liu, C. S., Hu, P., Zhao, Y. M., Quan, W. C. and Jin, Y. P. (2020) 'Potential energy recovery method based on alternate recovery and utilization of multiple hydraulic cylinders', *Automation in Construction*, 112.
11. Ma, Y. L., Lin, L., & Liu, X. W. (2011). Kinematics and Dynamics Analysis of the Lifting System of a Welding and Tube-Transferring Car for Deepwater Pipe-Laying Vessels. *Advanced Materials Research*, 199-200, 32-40. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.199-200.32.
12. Balabaev O.T., Sarzhanov D.K., Abishev K.K., Kostyuchenkova O.N., Kozhukhova M.V., Improvement of the lift balcony type for vehicles, Republican scientific-theoretical conference "SEYFULLIN READINGS – 12: Youth in Science – the Innovative Potential of the Future" S. Seifullin KazATU, Astana, 2016.
13. [https://en.heshbon.com/index.php?mid=Down\\_1&page=2&document\\_srl=1967](https://en.heshbon.com/index.php?mid=Down_1&page=2&document_srl=1967) (дата обращения: 07.09.2022)
14. [https://en.heshbon.com/index.php?mid=Down\\_1&page=2&document\\_srl=1951](https://en.heshbon.com/index.php?mid=Down_1&page=2&document_srl=1951) (дата обращения: 07.09.2022)
15. [https://nordberg.ru/catalog/product/?cat\\_id=844](https://nordberg.ru/catalog/product/?cat_id=844) (дата обращения: 07.09.2022)
16. [https://nordberg.ru/catalog/product/?cat\\_id=849](https://nordberg.ru/catalog/product/?cat_id=849) (дата обращения: 07.09.2022)
17. <http://www.proalign.ru/images/pdf/manuBERG-4455.pdf> (дата обращения: 07.09.2022)
18. <https://www.mkslift.ru/catalog/product/1688/> (дата обращения: 07.09.2022)
19. <https://dm-astana.kz/p56653200-podemnik-dvuhstoechnyj-45t.html> (дата обращения: 07.09.2022)
20. [https://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2019/03/RAV\\_4505L\\_4655L\\_02.pdf](https://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2019/03/RAV_4505L_4655L_02.pdf) (дата обращения: 07.09.2022)
21. <https://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2017/02/RAV-PT-2C-KPN-306HE-04-RUS.pdf> (дата обращения: 07.09.2022)
22. <https://rotarylif.com/wp-content/uploads/2019/11/Rotary-ATO77.pdf> (дата обращения: 07.09.2022)
23. <https://rotarylif.com/product/spoa10/> (дата обращения: 07.09.2022)
24. [https://kz.sivik.ru/catalog/avtopodyemnoe\\_oborudovanie/dvukhstoechnye/pga\\_5000249/](https://kz.sivik.ru/catalog/avtopodyemnoe_oborudovanie/dvukhstoechnye/pga_5000249/) (дата обращения: 07.09.2022)
25. [https://trommelberg.ru/fcatpic/man\\_TST45SW.pdf](https://trommelberg.ru/fcatpic/man_TST45SW.pdf) (дата обращения: 07.09.2022)
26. [https://kz.sivik.ru/catalog/avtopodyemnoe\\_oborudovanie/dvukhstoechnye/pga\\_3500/](https://kz.sivik.ru/catalog/avtopodyemnoe_oborudovanie/dvukhstoechnye/pga_3500/) (дата обращения: 07.09.2022)

**С.А. Нуркушева<sup>1</sup>, М. Бембенек<sup>2</sup>, О.Н. Костюченкова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup> AGH Краков университеті, Краков, Польша

### **Астана қаласының автотехникалық қызмет көрсетуде көтергіш жабдықтарды қолдануға шолу**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада жеңіл автомобильдерге арналған автомобиль көтергіштерін тиімді пайдалану мәселесі, сондай-ақ Астана қаласының автосервистеріндегі көтергіштердің техникалық параметрлерін талдау қарастырылады. Зерттеудің мақсаты – Автосервис кәсіпорындарында көтергіштерді қолданудың тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін теориялық негіздер құру. Зерттеу объектісі көтергіш жабдықты қолдана отырып, автосервисің еңбек өнімділігі болып табылады. Қолданыстағы құрылымдарды шолуды талдау негізінде қолданыстағы көтергіштерді бағалауға мүмкіндік беретін АВТО көтергіштердің жаңа түрлерін

жаңарту және құру мақсатында жіктеу жасалды. Қазақстан астанасында қолданылатын көтергіштердің жекелеген түрлерін салыстыру нәтижелері, оларды пайдалану тиімділігін арттыру мақсатында тиімділікті бағалау және оларды автосервисте қолдану критерийлері келтірілген.

**Түйін сөздер:** автокөлік көтергіш, көтергіш жабдық, автосервис, арба жабдығы, көтергіштердің жіктелуі, статистикалық талдау.

**S. Nurkusheva<sup>1</sup>, M. Bembenek<sup>2</sup>, O. Kostyuchenkova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup> AGH University of Krakow, Krakow, Poland

### Overview of the use of lifting equipment in auto maintenance in Astana

**Abstract.** This article discusses the problem of the effective use of car lifts for passenger cars, as well as the analysis of the technical parameters of lifts at car service stations in Astana. The purpose of the study is to create theoretical foundations for improving the efficiency and safety of the use of lifts at car service enterprises. The object of the study is the labor productivity of a car service with the use of lifting equipment. Based on the analysis of the review of existing structures, a classification has been developed in order to modernize and create new types of lifts, which allows you to evaluate existing lifts. The results of comparing individual types of lifts that are used in the capital of Kazakhstan, criteria for evaluating the effectiveness and their use at a car service station in order to increase the efficiency of their use are presented.

**Keywords:** car lift, lifting equipment, car service lift, equipment for cars, classification of lifts, statistical analysis.

### References

1. Kostyuchenkova O.N., Nurkusheva S.A. Review of the use of lifting and transport equipment at a car service, Publishing house: Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltseva, Lesnikovo, 2020. – 686-689 p.
2. Kostyuchenkova O.N., Nurkusheva S.A., To the question of justification of classifications of motor transport enterprises and technological equipment of car service enterprises, Publishing house: Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltseva, Lesnikovo, 2021.- 371-374 p.
3. Napolskiy G.M., Zenchenko V.A. Justification of the demand for car service services and technological calculation of the passenger car service station. – M.: Publishing house “Moscow Automobile and Highway State University (MADI)”, 2000. – 83p.
4. Kostyuchenkova O.N., Valge A.M., The use of Excel and MathCAD when conducting research on the mechanization of agricultural production. Training manual. Astana 2017, 168 p.
5. Burian, M., Havlik, J., Foltá, Z., Trochta, M. and Marsalek, P. (2014) ‘Solution the Drive Lifting Scissor Platforms’, Modern Methods of Construction Design, pp. 19-26.
6. Takesue, N., Komoda, Y., Murayama, H., Fujiwara, K. and Fujimoto, H. (2016) ‘Scissor lift with real-time self-adjustment ability based on variable gravity compensation mechanism’, Advanced Robotics, 30(15), pp. 1014-1026.
7. Tao, L., Jian, S. and Ieee (2009) ‘Simulative Calculation and Optimal Design of Scissor Lifting Mechanism’, Ccdc 2009: 21st Chinese Control and Decision Conference, Vols 1-6, Proceedings, pp. 2079-+.
8. Zhang, W., Wang, X. X. and Wang, L. W. (2012) ‘Strength Optimization Design of Box-shape Arms of a Scissor Lift Mechanism with Single Hydraulic Cylinder’, Functional Manufacturing and Mechanical Dynamics Ii, 141, pp. 513-+.
9. Zhang, W., Zhang, X. F., Yan, C., Xiang, S. J. and Wang, L. W. (2015) ‘A characteristic triangle method on input vectors of scissor lift mechanism and its applications in modeling and analysis’, Journal of Advanced Mechanical Design Systems and Manufacturing, 9(3).

10. Gong, J., Zhang, D. Q., Guo, Y., Tang, Z. Y., Liu, C. S., Hu, P., Zhao, Y. M., Quan, W. C. and Jin, Y. P. (2020) 'Potential energy recovery method based on alternate recovery and utilization of multiple hydraulic cylinders', *Automation in Construction*, 112.
11. Ma, Y. L., Lin, L., & Liu, X. W. (2011). Kinematics and Dynamics Analysis of the Lifting System of a Welding and Tube-Transferring Car for Deepwater Pipe-Laying Vessels. *Advanced Materials Research*, 199-200, 32-40. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.199-200.32.
12. Balabaev O.T., Sarzhanov D.K., Abishev K.K., Kostyuchenkova O.N., Kozhukhova M.V., Improvement of the lift balcony type for vehicles, Republican scientific-theoretical conference "SEYFULLIN READINGS – 12: Youth in Science – the Innovative Potential of the Future" S. Seifullin KazATU, Astana, 2016.
13. [https://en.heshbon.com/index.php?mid=Down\\_1&page=2&document\\_srl=1967](https://en.heshbon.com/index.php?mid=Down_1&page=2&document_srl=1967) (accessed: 07.09.2023)
14. [https://en.heshbon.com/index.php?mid=Down\\_1&page=2&document\\_srl=1951](https://en.heshbon.com/index.php?mid=Down_1&page=2&document_srl=1951) (accessed: 07.09.2023)
15. [https://nordberg.ru/catalog/product/?cat\\_id=844](https://nordberg.ru/catalog/product/?cat_id=844) (accessed: 07.09.2023)
16. [https://nordberg.ru/catalog/product/?cat\\_id=849](https://nordberg.ru/catalog/product/?cat_id=849) (accessed: 07.09.2023)
17. <http://www.proalign.ru/images/pdf/manuBERG-4455.pdf> (accessed: 07.09.2023)
18. <https://www.mkslift.ru/catalog/product/1688/> (accessed: 07.09.2023)
19. <https://dm-astana.kz/p56653200-podemnik-dvuhstoechnyj-45t.html> (accessed: 07.09.2023)
20. [https://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2019/03/RAV\\_4505L\\_4655L\\_02.pdf](https://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2019/03/RAV_4505L_4655L_02.pdf) (accessed: 07.09.2023)
21. <https://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2017/02/RAV-PT-2C-KPN-306HE-04-RUS.pdf> (accessed: 07.09.2023)
22. <https://rotarylif.com/wp-content/uploads/2019/11/Rotary-ATO77.pdf> (accessed: 07.09.2023)
23. <https://rotarylif.com/product/spoa10/> (accessed: 07.09.2023)
24. [https://kz.sivik.ru/catalog/avtopodyemnoe\\_oborudovanie/dvukhstoechnye/pgs\\_5000249/](https://kz.sivik.ru/catalog/avtopodyemnoe_oborudovanie/dvukhstoechnye/pgs_5000249/) (accessed: 07.09.2023)
25. [https://trommelberg.ru/fcatpic/man\\_TST45SW.pdf](https://trommelberg.ru/fcatpic/man_TST45SW.pdf) (accessed: 07.09.2023)
26. [https://kz.sivik.ru/catalog/avtopodyemnoe\\_oborudovanie/dvukhstoechnye/pgs\\_3500/](https://kz.sivik.ru/catalog/avtopodyemnoe_oborudovanie/dvukhstoechnye/pgs_3500/) (accessed: 07.09.2023)

### Сведения об авторе (авторах):

**С.А. Нуркушева** – докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

**М. Бембенек** – доктор технических наук, профессор, АГН Краковский университет, Ал. Адама Мицкевича 30, Краков, Польша.

**О.Н. Костюченкова** – кандидат технических наук, PhD, старший преподаватель, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

**С.А. Нуркушева** – докторант, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғ., 62, Астана, Қазақстан.

**М. Бембенек** – техника ғылымдарының докторы, профессор, АГН Краков университеті, Ал. Адам Мицкевич 30, Краков, Польша.

**О.Н. Костюченкова** – техника ғылымдарының кандидаты, PhD, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғ., 62, Астана, Қазақстан.

**S. Nurkusheva** – PhD student, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

**M. Bembenek** – Doctor of Technical Sciences, Professor, AGH University of Krakow, al. Adam Mickiewicz 30, Krakow, Poland.

**O. Kostyuchenkova** – Candidate of Technical Sciences, PhD, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.