

ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 666.983

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2024.107.0.82

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ УМОВ РОБОТИ ЦЕНТРІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Блажко В. В.¹, Горняєва М. О.¹, Блажко А. В.²¹Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова²Харківський національний університет радіоелектроніки

Анотація. У статті здійснено аналіз конструктивних особливостей сучасних технічних пристроїв, що використовуються для покращення умов роботи центрів реабілітації людей з обмеженими можливостями. Основна увага приділяється огляду стельових підйомників як ключового елемента для забезпечення мобільності пацієнтів з обмеженими фізичними можливостями. Розглянуто особливості конструкції стельових підйомників, зокрема їхню модульну систему, кріплення до стелі, механізми керування та безпеки. У статті також розглянуті інші реабілітаційні пристрої, що використовуються в комплексі зі стельовими підйомниками, їхня функціональність, ергономічність та надійність. Визначено переваги впровадження таких систем для оптимізації умов роботи медичного персоналу та покращення якості обслуговування пацієнтів.

Ключові слова: підйомник, компоненти, конструкція, реабілітація, складові частини, проектування, розрахунок.

Вступ

Останніми роками внаслідок війни в Україні збільшилась кількість людей, які потребують реабілітації через отримані травми та фізичні обмеження [1–3]. Постраждали військові, цивільні особи, а також люди, які зазнали фізичних і психологічних травм, стикаються з необхідністю довготривалої та комплексної реабілітаційної допомоги. Це викликає потребу в оновленні та модернізації реабілітаційних центрів, що покликані забезпечити високий рівень медичної та соціальної підтримки.

У сучасних реабілітаційних центрах розвинених країн важливу функцію здійснюють технічні пристрої, які значно полегшують процес догляду за пацієнтами з обмеженими фізичними можливостями. Одним з таких пристроїв є стельові підйомачі.

Аналіз публікацій

Стельові підйомачі є найбільш ефективними щодо зручності, ергономічності та безпеки. Вони дозволяють здійснювати цілу низку складних процесів: переміщати пацієнтів із ліжка до інвалідного візка, ванної кімнати чи інших реабілітаційних зон.

Серед доступних на ринку найвідомішими є такі моделі, як Liko, ArjoHuntleigh та Guldmann, які мають модульні конструкції та

можуть адаптуватися до різних типів приміщень [4–6]. Основними перевагами цих систем є гнучкість у налаштуванні траєкторій пересування, можливість облаштування в будь-якому типі реабілітаційних центрів і висока вантажопідйомність, що дозволяє працювати з пацієнтами різної комплекції.

Портативні підйомні системи також заслуговують на увагу, оскільки вони можуть бути використані у випадках, коли встановлення стельових рейок є неможливим або економічно недоцільним процесом. Такі системи (наприклад, моделі HandiMove або Invacare) мають мобільну базу, яка дозволяє їх легко пересувати між різними приміщеннями або навіть використовувати в домашніх умовах [7–8].

Крім того, важливою інновацією є роботизовані реабілітаційні системи, які дозволяють пацієнтам самостійно керувати своїм переміщенням за допомогою пультів або голосових команд [9].

Визначення невирішених проблем

Незважаючи на значний прогрес у впровадженні сучасних технічних пристроїв для реабілітаційних центрів, залишається низка невирішених проблем:

- відсутність вітчизняних розробок і виробників такого типу реабілітаційного облад-

нання є важливою перешкодою для забезпечення центрів необхідними пристроями. Більшість високоякісних стельових підйомників та інших допоміжних систем імпортується з-за кордону. Це збільшує витрати на придбання та технічне обслуговування обладнання, що робить його недоступним для багатьох реабілітаційних центрів та лікарень, зокрема у віддалених регіонах країни.

- складна економічна ситуація в Україні обмежує можливості державного фінансування на закупівлю сучасних реабілітаційних засобів. Бюджети багатьох медичних установ зосереджені на нагальних потребах лікування постраждалих унаслідок війни, що знижує пріоритетність придбання технологічно складного обладнання для реабілітаційних процесів. Ця проблема ускладнюється кількістю пацієнтів, що постійно збільшується, які потребують довготривалої реабілітації, і це вимагає значних фінансових та матеріальних ресурсів;

- довготривала війна, яка не лише призвела до збільшення кількості людей з інвалідністю, але й ускладнила роботу реабілітаційних центрів у регіонах, що безпосередньо постраждали від бойових дій.

- недостатня кількість спеціалістів, які мають відповідну кваліфікацію для обслуговування та налаштування складних реабілітаційних систем.

Мета та постановка завдання

Метою цієї роботи є аналітичний огляд конструкцій стельових підйомників провідних виробників для визначення необхідних процесів проєктування, розрахування, вибору необхідних комплектувальних пристроїв і виробництва цього типу обладнання вітчизняними виробниками.

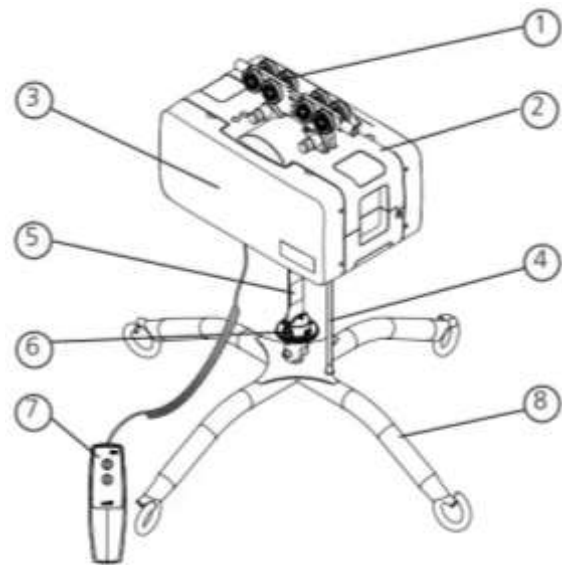
Виклад основного матеріалу

Незважаючи на значну кількість різновидів стельових підйомників, що представлені на ринку, їхню конструкцію можна подати як схематичне зображення (рис. 1).

Конструкція підйомача зазвичай містить візок, підйомник, захисний кожух (корпус), механізм аварійної зупинки та опускання пацієнта, підйомний ремінь, механізм швидкого стропування (карабін), пульт керування, підвіску.

Стельовий підйомник, поданий на рис. 1, є лише елементом реабілітаційної системи, яка дає можливість не тільки здійснювати підймання пацієнта, а й його транспорту-

вання в приміщеннях реабілітаційного центру (рис. 2).



1 – візок; 2 – підйомник; 3 – захисний кожух; 4 – механізм аварійної зупинки та опускання; 5 – строп; 6 – механізм швидкого стропування; 7 – пульт керування; 8 – підвіска

Рис. 1 Елементи конструкції підйомника

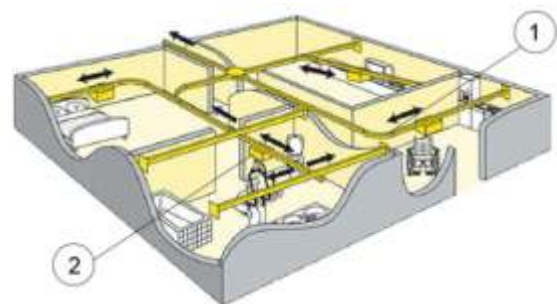


Рис. 2. Схема транспортування

Як елементи конструкції, що сприймають навантаження та здійснюють функцію напрямних для візка (рис. 1, поз. 1) переміщення підйомника (рис. 1, поз. 2) використовують профілі (рейки) різної геометрії (рис. 3).

За результатами аналітичного дослідження визначено, що рейки виготовляються з сталі та алюмінію.

Напрямні профілі можуть бути змонтовані в різні способи:

- за допомогою спеціальних кронштейнів (підвісів) на стелю;
- на задалегідь зібраний каркас, що спирається на підлогу;
- на опорні профілі, що закріплюються на стінах з паралельним розташуванням.

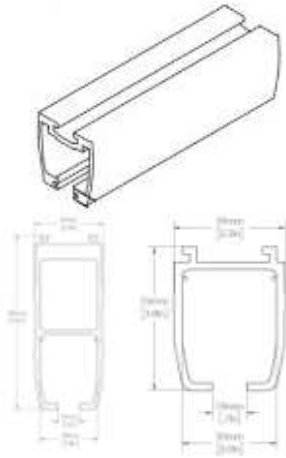
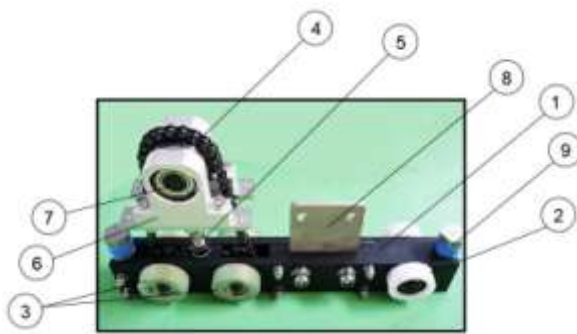
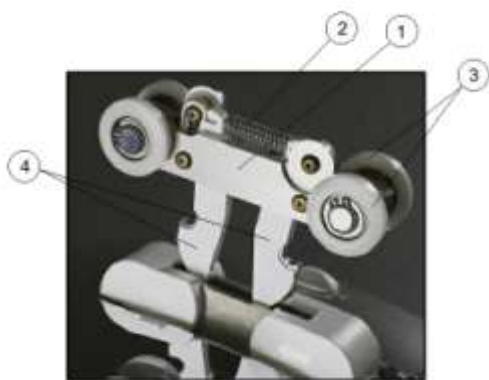


Рис. 3. Різновиди напрямних рейок

Візок здійснює важливу функцію в конструкції підіймача та забезпечує рівномірне розподілення навантаження на напрямну рейку й плавний рух підіймача в горизонтальній площині (рис. 4).



1 – корпус; 2 – опорні колеса; 3 – приводні колеса; 4 – ланцюгова передача; 5 – натяжний гвинт; 6 – опора; 7 – приводний вал; 8 – кронштейн; 9 – штифти
а) з приводними колесами



1 – корпус; 2 – пружина; 3 – опорні ролики; 4 – кронштейн;
б) з опорними колесами

Рис. 4. Візок

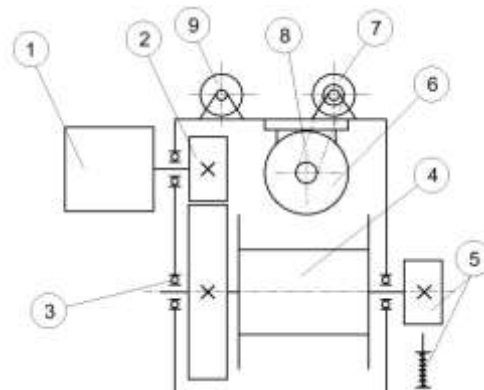
Візок стельового підіймача буває двох типів: з приводними колесами для забезпечення можливості самостійно рухатись вздовж напрямної (рис. 4, а); з опорними колесами, що дає можливість пересування візка лише завдяки прикладанню зусилля персоналом, що експлуатує пристрій (реабілітолог).

Для забезпечення рівномірного (без проковзування), плавного, безпечного руху підіймача візок має конструкцію, що містить корпус 1, два опорні колеса 2, встановлених на одній осі обертання із застосуванням підшипників кочення, чотири приводні колеса 3. Стабільний рух приводних коліс здійснюється завдяки використанню ланцюгової передачі 4. Кронштейн 8 використовується для надійного кріплення підіймача до візка. Штифти 9, оснащені антифрикційними втулками для зменшення сили тертя, забезпечують стабілізацію положення візка під час його руху з вантажем.

Аналізуючи конструкцію стельового підіймача (рис. 5), можна дійти висновку, що за кількістю складових, їхнім функціональним призначенням, системою автоматизованого керування елементами приводів його конструкція подібна до електричної лебідки, що доводить кінематична схема (рис. 6).



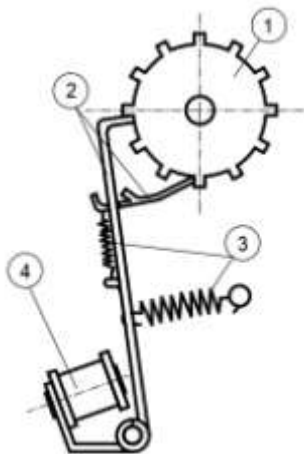
Рис. 5. Стельовий підіймач



1 – двигун підйому вантажу; 2 – зубчата передача; 3 – підшипникові опори; 4 – барабан; 5 – механізм аварійного гальмування; 6 – двигун пересування візка; 7 – приводне колесо візка; 8 – ланцюгова передача; 9 – опорне колесо

Рис. 6. Кінематична схема підіймача

Однак, на відміну від останньої, складові компоненти стельового підіймача мають значно менші габаритні розміри, та зроблені з якісних конструкційних матеріалів, зокрема з алюмінію або титанових сплавів. Вони містять електричні (крокові) двигуни для плавного регулювання частоти обертання приводного вала [10]. Механізм аварійної зупинки та опускання вантажу (пацієнта) складається з двох елементів: перший забезпечує екстремне від'єднання блока живлення двигунів піднімання та пересування підіймача, другий здійснює блокування руху барабана та унеможливорює самовільне й стрімке опускання вантажу. Для цього використовують храповий механізм (рис.7), зірочка якого жорстко закріплена до барабана підйому-опускання вантажу. Блокування руху барабана лебідки здійснюється способом силового замикання (скороченням пружини) після знеструмлення системи живлення приводів підіймача та електромагніту (поз. 5 на рис.7)



1 – зірочка; 2 – стопорний елемент;
3 – пружина; 4 – електромагніт

Рис. 7. Механізм аварійної зупинки та опускання

Для підйому та утримування вантажу (пацієнта) під час транспортування використовують текстильні стропа, виготовлені з поліестера, який має високу міцність, стійкість до впливу ультрафіолетового випромінювання та хімічних речовин. Такі стропа витримують майже будь-яке навантаження та мають тривалий термін експлуатації (рис. 8).

Кріплення стропа до слінгової штанги здійснюється завдяки використанню пристроїв фіксації різних конструкційних рішень: карабінів, гачків зі стопорною пружиною та спеціально розроблених поворотних шарнірів (рис. 9).



Рис. 8. Стропа



Рис. 9. Пристрої фіксації слінгової штанги

Системи керування провідних виробників стельових підійомників містять як апаратні (мікроконтролери, програмовані логічні контролери, датчики позиціонування та навантаження), так і програмні компоненти.

Такий підхід дозволяє здійснювати цілу низку важливих процесів пристрою: точне переміщення підійомника, швидкість підйому й опускання, уникнення різких рухів під час старту, можливість зупинки підійомника в разі надзвичайної ситуації для запобігання аваріям, контроль навантаження, налаштування висоти та положення, інтеграція зі сторонніми системами, відстеження положення підійомника та його стану, керування підійомником за допомогою пульта, смартфона або інтерфейсу автоматизованої системи.

У системах керування стельовим підійомником переважно застосовують мікроконтролери STM32, ESP32, Raspberry Pi Pico Siemens SIMATIC S7-1200 або Mitsubishi FX5U, які мають модульну конструкцію, високу надійність та підтримку сучасних протоколів зв'язку [11–13].

Для фіксації пацієнтів у необхідному для здійснення реабілітації положенні використовують слінгові штанги (рис. 10).



Рис. 10 Слінгові штанги

Найчастіше використовують конструкції прямого, чотири- та шеститочкового кріплення пацієнтів.

Застосування шеститочкової конструкції дозволяє здійснювати реабілітацію пацієнтів з важкими фізичними обмеженнями, що вимагає точного розподілення тиску на тіло. Виготовляють слінгові штанги різних конструкцій.

Висновки

У роботі було здійснено аналітичний аналіз конструкцій стельових підйомників провідних світових виробників, що дало змогу визначити основні технологічні рішення, необхідні для ефективного проектування, розрахування, вибору комплектувальних елементів та виробництва цього виду обладнання в Україні. Важливим аспектом для досягнення високої якості та конкурентоспроможності продукції є правильне визначення етапів проектування. До цих етапів належать такі:

- визначення основних функціональних вимог та характеристик стельового підйомача: вантажопідйомності, необхідного діапазону руху, ергономічних вимог та вимог до безпеки;
- розроблення конструкції та кінематичної схеми;
- вибір конструкційних матеріалів;
- розроблення системи керування з можливістю дистанційного керування для плавного регулювання швидкості підйому, а також опції для екстреного зупинення та контролю за положенням пацієнта.
- проектування механізмів безпечної експлуатації;
- здійснення маркетингового дослідження з метою локалізації виробництва та аналізу економічної ефективності для забезпечення доступності в умовах обмеженого фінансування.

Література

1. Інститут демографії та соціальних досліджень. URL: <https://idss.org.ua/arhiv.84.pdf> (05.11.2024).
2. Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/moz-derzhava-harantuie-nadannia-bezoplatnoi-reabilitatsii-v-likarniakh-zakontraktovanykh-nszu> (04.11.2024).
3. Національна академія наук. Інститут соціології. URL: https://isnasu.org.ua/assets/files/books/2023/Ma_ket_Ukr_suspilstvo_2023.pdf (04.11.2024).
4. Liko. URL: <http://surl.li/detyzd> (04.11.2024).

5. ArjoHuntleigh. URL: <http://surl.li/juktea> (04.11.2024).
6. Guldmann. URL: <http://surl.li/lfpvij> (04.11.2024).
7. HandiMove URL: <http://surl.li/hdqovg> (04.11.2024).
8. InvacareURL: <http://surl.li/dxytws> (04.11.2024).
9. Особливості застосування роботизованого комплексу ReoGo у фізичній реабілітації верхніх кінцівок. URL: [https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream-am/123456789/12077/1/Yuriy%20Popadiukha_r.4.pdf](https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/am/123456789/12077/1/Yuriy%20Popadiukha_r.4.pdf) (дата звернення: 05.11.2024).
10. СВ АЛТЕРА. URL: https://svaltera.ua/catalog/krokovy_dviguni/ (дата звернення: 05.11.2024).
11. Nucleo Boards Programming with the STM32 CubeIDE. Dogan Ibrahim. 2021. 327 p. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41252/2/167-168.pdf> (дата звернення: 05.11.2024).
12. Beginning STM32: Developing with FreeRTOS, libopencm3 and GCC. Warren Gay. 2018. 117 p. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41252/2/167-168.pdf> (дата звернення: 05.11.2024).
13. Advanced Programming with STM32 Microcontrollers: Master the software tools behind the STM32 microcontroller. Majid Pakdel. 2020. 57 p. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41252/2/167-168.pdf> (дата звернення: 05.11.2024).

References

1. Institute of Demography and Social Research. URL: <https://idss.org.ua/arhiv.8C.pdf> (data of application: 05.11.2024).
2. Government Portal. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/moz-derzhava-harantuie-nadannia-bezoplatnoi-reabilitatsii-v-likarniakh-zakontraktovanykh-nszu> (data of application: 04.11.2024).
3. National Academy of Sciences. Institute of Sociology. URL: https://isnasu.org.ua/assets/files/books/2023/Ma_ket_Ukr_suspilstvo_2023.pdf (data of application: 04.11.2024).
4. Liko. URL <http://surl.li/detyzd> (data of application: 04.11.2024).
5. ArjoHuntleigh. URL <http://surl.li/juktea> (data of application: 04.11.2024).
6. Guldmann. URL <http://surl.li/lfpvij> (data of application: 04.11.2024).
7. HandiMove URL: <http://surl.li/hdqovg> (data of application: 04.11.2024).
8. InvacareURL: <http://surl.li/dxytws> (data of application: 04.11.2024).
9. Features of the Use of the ReoGo Robotic System in the Physical Rehabilitation of Upper Limbs. URL: https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/12077/1/Yuriy%20Popadiukha_r.4.pdf (data of application: 05.11.2024).
10. SV ALTERA. URL: https://svaltera.ua/catalog/krokovy_dviguni/ (data of application: 05.11.2024).
11. Nucleo Boards Programming with the STM32 CubeIDE. Dogan Ibrahim. 2021. 327 p.

- URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/4125/2/167-168.pdf> (data of application: 05.11.2024)
12. Beginning STM32: Developing with FreeRTOS, libopenm3 and GCC. Warren Gay. 2018. 117 p. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41252/2/167-168.pdf> (data of application: 05.11.2024).
13. Advanced Programming with STM32 Microcontrollers: Master the software tools behind the STM32 microcontroller. Majid Pakdel. 2020 57 p. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41252/2/167-168.pdf> (data of application: 05.11.2024).

Блашко Володимир Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, blazhko.vladimir@kname.edu.ua, тел. +38 097-534-60-67

Горняєва Марія Олександрівна, студентка, кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, maria.horniaieva@kname.edu.ua, тел. +38 066-099-32-26

Блашко Анастасія Володимирівна, студентка, кафедри поліграфії та видавництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, oleksii.hryhorkiv@kname.edu.ua.

Analysis of modern technical devices for improving working conditions in rehabilitation centers for people with disabilities

Abstract. The article provides an overview of the design features of modern technical devices used to improve working conditions in rehabilitation centers for people with disabilities. The primary focus is on the analysis of ceiling lifts, which are a key element in ensuring the mobility of patients with limited physical abilities. The design features of ceiling lifts are examined, including their modular system, ceiling mounting, control mechanisms, and safety features. The article also covers other rehabilitation devices used in conjunction with ceiling lifts, emphasizing their functionality, ergonomics, and reliability. The advantages of implementing such systems for optimizing the working conditions of medical personnel and improving the quality of patient care are described. **Problem.** The lack of domestic developments and manufacturers of such rehabilitation equipment is a major obstacle to providing centers with necessary devices. Most high-quality ceiling lifts and other assistive systems are imported from abroad. This increases the costs of purchasing and maintaining the equipment, making it inaccessible for many reha-

bilitation centers and hospitals, especially in remote regions of the country. **Goal** The purpose of this work is an analytical review of the designs of ceiling lifts from leading manufacturers to determine the necessary steps for design, calculation, selection of required components, and production of this type of equipment by domestic manufacturers. **Methodology.** To address the design of a ceiling lift, we will first analyze scientific papers, patents, and technical documentation to understand existing designs and their advantages and disadvantages. Next, we will employ computer modeling to simulate the lift's operation, identifying potential flaws while ensuring safety and efficiency. Computational and analytical methods will aid in selecting materials and calculating critical parameters, including strength and load on the ceiling mounts. Finally, experimental studies will test the equipment in real-world conditions, verifying its reliability and functionality, leading to the development of a ceiling lift that meets all effectiveness, reliability, and safety requirements. **Results.** In the course of this work, an analytical review of the designs of ceiling lifts from leading global manufacturers was conducted, allowing for the identification of key technological solutions necessary for effective design and production of this equipment in Ukraine. To achieve high quality and competitiveness of the product, it is important to properly define the stages of the design process, which include: determining the functional requirements (load capacity, range of motion, ergonomic and safety requirements); developing the design and kinematic scheme; selecting materials; creating a control system with remote control capabilities that ensures speed regulation during lifting and emergency stopping; designing mechanisms for safe operation; and conducting market research to localize production and assess economic efficiency under limited funding conditions.

Key words: Keywords: lift, components, design, rehabilitation, parts, design, calculation.

Volodymyr Blazhko, Ph.D., Assoc. Professor, Department of automation and computer-integrated technologies, Kharkiv National University of Urban Economy O. M. Beketova, ORCID: 0000-0002-5649-9379, blazhko.vladimir@kname.edu.ua,

Horniaieva Mariia, student, Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, Kharkiv National University of Urban Economy named after O. M. Beketov, maria.horniaieva@kname.edu.ua.

Blazhko Anastasiia, student, Department of Printing and Publishing, Kharkiv National University of Radioelectronics, oleksii.hryhorkiv@kname.edu.ua.