

Міністерство освіти і науки України



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2024**

(Випуск 1)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2024

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки  
(КІТАР)



## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

**«Автоматизація та приладобудування»**

**«Automation and Development of Electronic Devices»**

**ADED-2024**

**(Випуск 2)**

**[електронне видання]**

**Харків 2024**

**Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Андрусевич Анатолій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету  
**Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».  
**Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.  
**Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».  
**Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.  
**Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського  
**Демська Наталія Павлівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».

**Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2024) [Електронний ресурс]: збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2024. – Вип. 1. – 207с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2024 Part 1 (Key infrastructure 2024) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2024. – 207p with.

Рекомендовано рішенням  
Науково-технічної ради  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради  
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол № 10 від 20.05.2024

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка; 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2024 рік

## СУЧАСНІ ФОРМАТИ ДАНИХ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ШВИДКОДІЮ ВЕБ-ДОДАТКІВ

**Е.С. Дяченко**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: eduard.diachenko@nure.ua

**Анотація:** У даній статті було розглянуто та проведено аналіз сучасних форматів даних та їх впливу на швидкодію веб-додатків, а саме поняття формату даних, основні популярні формати та варіанти їх використання. У результаті аналізу були перелічені сучасні розробки, виявлено їх переваги та недоліки та можливі покращення швидкодії веб-додатків.

**Ключові слова:** кодування, дані, веб-додатки, швидкодія, аналіз.

## MODERN DATA FORMATS AND THEIR EFFECT ON THE PERFORMANCE OF WEB-APPLICATIONS

**E. Diachenko**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av, 14

E-mail: eduard.diachenko@nure.ua

**Annotation:** This article contains overview and analysis of the modern encoding formats and their effect on the performance of web-applications, namely, what is a data format, main popular data formats and their usage options. Modern developments in the data formats, their advantages and disadvantages and possible performance improvements of web-applications were listed as the result of the analysis.

**Key words:** encoding, data, web-applications, performance, analysis.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** З розвитком інтернету та зростанням обсягів даних, що передаються щодня, постає проблема неефективного кодування даних. Величезні обсяги інформації, що надходять з серверів, веб-сайтів та онлайн-сервісів, потребують обробки на пристроях користувачів. Вибір неефективного формату даних може призвести до значних затримок, витрат трафіку та навантаження на процесор. Метою цієї роботи є показати альтернативні формати кодування, що можуть зменшити об'єм переданих даних та зменшити навантаження на процесор.

Формат даних – це спосіб структурування та зберігання інформації для комп'ютерної обробки. Він визначає правила, за якими дані представлені в пам'яті комп'ютера. Вибір формату даних в основному залежить від типу інформації, яку потрібно зберігати, та операцій, які над нею будуть виконуватися.

Кодування даних – це процес перетворення даних з одного формату в інший. У контексті інтернет-мереж це зазвичай означає перетворення даних з формату, який використовується на сервері, у формат, який може бути зрозумілий веб-браузером або іншим клієнтським додатком.

JSON (JavaScript Object Notation) – це текстовий формат даних, який широко використовується для обміну інформацією між веб-сайтами, веб-сервісами та мобільними додатками [1]. Його популярність обумовлена простотою читання та запису, зручністю використання для людей та широкою підтримкою мовами програмування та бібліотеками.

Однак він може бути неефективним для передачі великих обсягів даних через текстовий формат, дублювання даних та неефективне кодування. Тому перехід на більш ефективний

формат даних може значно зменшити об'єм даних, що передається кожен день та час і енергія, що потрібні на їх декодування.

Бінарні формати даних – це альтернатива текстовим форматам, таким як JSON, які зберігають інформацію у двійковому вигляді, тобто у вигляді послідовності 0 і 1. На відміну від текстових форматів, які є читабельними для людей, бінарні формати не призначені для прямого сприйняття людиною. Їх перевага полягає в значній економії розміру та ефективності при передачі та зберіганні даних.

Основними перевагами бінарних форматів є:

- бінарні формати даних зазвичай потребують меншого обсягу пам'яті, порівняно з текстовими форматами, завдяки більш щільному пакуванню інформації;
- швидкодія: передача та обробка бінарних даних може бути значно швидшою, оскільки не потребує додаткового етапу декодування;
- використання бінарних форматів даних може зменшити навантаження на мережу та ресурси пристрою, економлячи трафік та час.

До недоліків бінарних форматів можна віднести:

- бінарні формати даних не є читабельними для людей, що ускладнює їх аналіз та налагодження;
- браузері зазвичай не вміють ефективно обробляти такі формати даних.

Виділимо наступні бінарні формати даних, що можуть бути заміною для JSON: MessagePack, Protocol Buffers, Avro. Порівняння цих форматів з JSON у швидкодії можна побачити на рис. 1, а порівняння у розмірі закодованих даних можна побачити на рис. 2.

Protocol Buffers, JSON, Avro and MessagePack

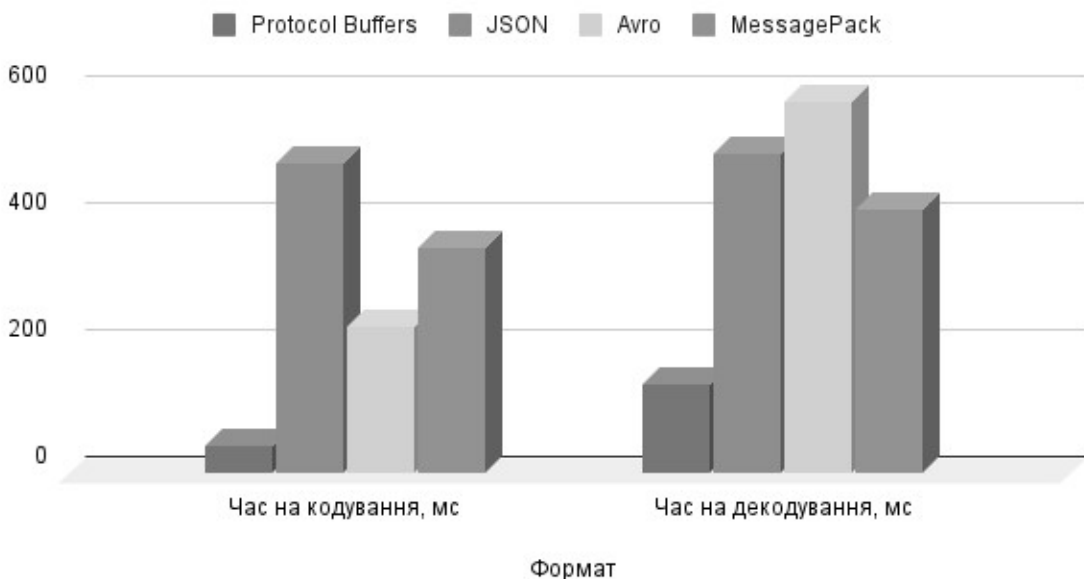


Рисунок 1 – Порівняння форматів даних у швидкодії кодування та декодування 100,000 записів [2]

## Розмір даних, МБ vs. Формат

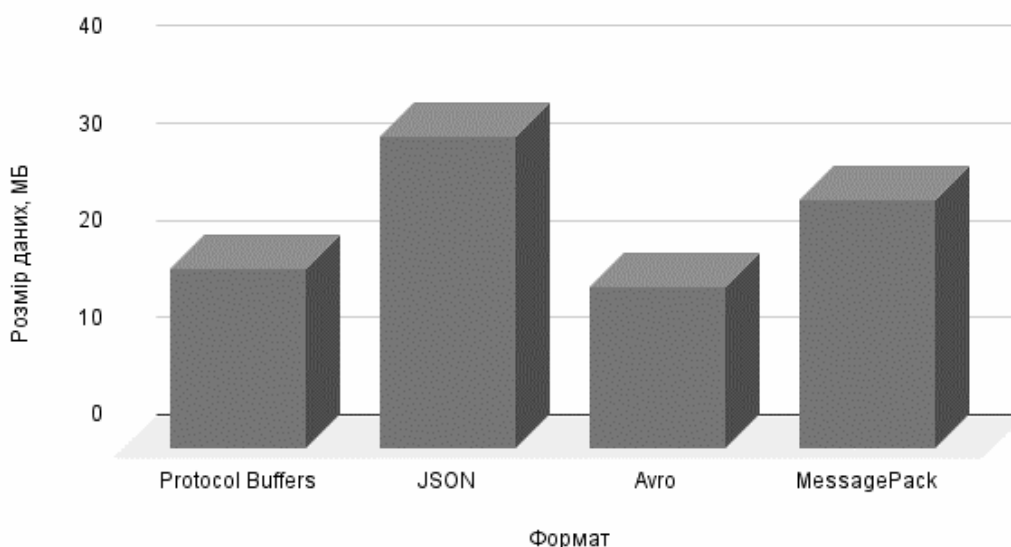


Рисунок 2 – Порівняння форматів даних у розмірі 100,000 записів закодованих даних [2]

Згідно з порівнянням, найкращим з виділених форматів даних має бути Protocol Buffers, тому розглянемо його докладніше.

Protocol Buffers (proto, protobufs) – це формат структурованих даних, що використовується для кодування структур даних об'єктів у потік байтів для ефективною передачі та зберігання. Він розроблений компанією Google і набув широкої популярності завдяки своїй компактності, швидкості та можливості автоматичної генерації коду для різних мов програмування.

До його переваг можна віднести наступне:

- автоматична генерація коду: Protocol Buffers дозволяє визначити структуру даних у файлі .proto. З цього файлу автоматично генеруються класи для різних мов програмування (C++, Java, Python тощо), що спрощує роботу з даними та запобігає помилкам;
- сумісність вперед та назад: Зміни в структурі даних Protocol Buffers можуть бути сумісні з попередніми та наступними версіями клієнтських додатків за певних умов. Це дозволяє оновлювати серверну частину без необхідності негайної зміни всіх клієнтів;
- підтримка багатьох мов програмування: Protocol Buffers має офіційну підтримку для багатьох популярних мов програмування, що робить його універсальним рішенням для різних проектів.

До його недоліків можна віднести наступне:

- початкове навчання: розробка з використанням Protocol Buffers потребує розуміння концепції та синтаксису визначення структури даних у файлах .proto;
- залежність від визначеної схеми: Protocol Buffers вимагають попереднього визначення структури даних, що може бути менш гнучким, ніж текстові формати, такі як JSON.

Але усі бінарні формати даних мають спільну проблему, що не дає їм стати заміною JSON як основного формату даних для передачі даних веб-додаткам, а саме проблему підтримки веб-браузером. Мова програмування JavaScript та усі середовища виконання популярних веб-браузерів (V8, SpiderMonkey, JavaScriptCore) підтримують JSON, а на оптимізацію роботи з цим форматом даних пішло багато років роботи інженерів великих компаній, таких як: Google, Apple, Mozilla [3]. Проблема неефективного кодування даних на серверах вже вирішена. Існують такі технології, що дозволяють використовувати бінарні формати для ефективного обміну даними між серверами. Для вирішення проблеми неефективного кодування даних в браузерах лише зараз з'явилося рішення, що має шанс на успіх – WebAssembly.

WASM (WebAssembly) – це двійковий формат інструкцій для стекової віртуальної машини. WASM розроблено як переносну ціль компіляції для мов програмування, що дозволяє виконувати скомпільований програмний код у середовищі, що підтримує WASM [4]. Вже сьогодні підтримка WASM є у чотирьох найбільших веб-браузерах: Chrome, Safari, Firefox та Edge [5]. Особливістю цієї технології є те, що програмний код може бути написаний на будь-якій мові програмування, що підтримує компіляцію до цієї переносної цілі. Такими мовами можуть бути C++, Go, Rust та ін. Це дозволяє скомпільовати оптимізований код написаний на цих мовах програмування та використати його у веб-додатку для виконання важких задач.

Перевагами цієї технології є:

- портативність: один скомпільований пакет коду можливо виконувати у будь-якому середовищі, що має підтримку;
- компактність: скомпільований файл має репрезентацію байткоду, що вже готовий до виконання браузером та не потребує обробки;
- швидкість виконання: завдяки компіляції та формату репрезентації WASM є швидшим за звичайний JavaScript.

Недоліками цієї технології є:

- WASM все ще знаходиться на ранній стадії розробки, хоч вже і має версію 1.0, а його підтримка в браузерах ще не є ідеальною;
- WASM обмежує видимість, вимагає пісочниці та покладається на пам'ять комп'ютеру напряму, що створює проблеми з безпекою.

В якості прикладу використання WASM для кодування формату Protocol Buffers використаємо бібліотеку as-proto. Це бібліотека написана на мові програмування AssemblyScript – мова програмування, схожа на TypeScript, але маючи підтримку компіляції до WASM. Цю бібліотеку можна додати до вашого веб-проекту, згенерувати код відповідно документації та використовувати напряму з вашого коду на JavaScript. Порівняння швидкодії кодування з іншою бібліотекою, protobuf.js та з функцією JSON.parse(), що вбудована в браузері та була оптимізована можна побачити на рис. 3.

Як можна побачити на рис. 3, функція JSON.parse() може бути до чотирьох разів повільніше, ніж обрані альтернативи. Важливо підмітити, що AssemblyScript – це не низькорівнева мова програмування та на ній відсутня імплементація кодування Protocol Buffers яку розробляли та оптимізували роками, а бібліотека as-proto повільніше декодує в основному через збірник сміття (Garbage Collector) – AssemblyScript забезпечує дуже простий збірник сміття, який не такий хороший, як збірник сміття середовища виконання веб-браузера Google Chrome – V8.

Відповідно, з оновленнями WASM та при використанні більш низькорівневої мови програмування, різниця у швидкодії на рис. 3 буде становитися більше схожою на ту, що можна побачити на рис. 1.

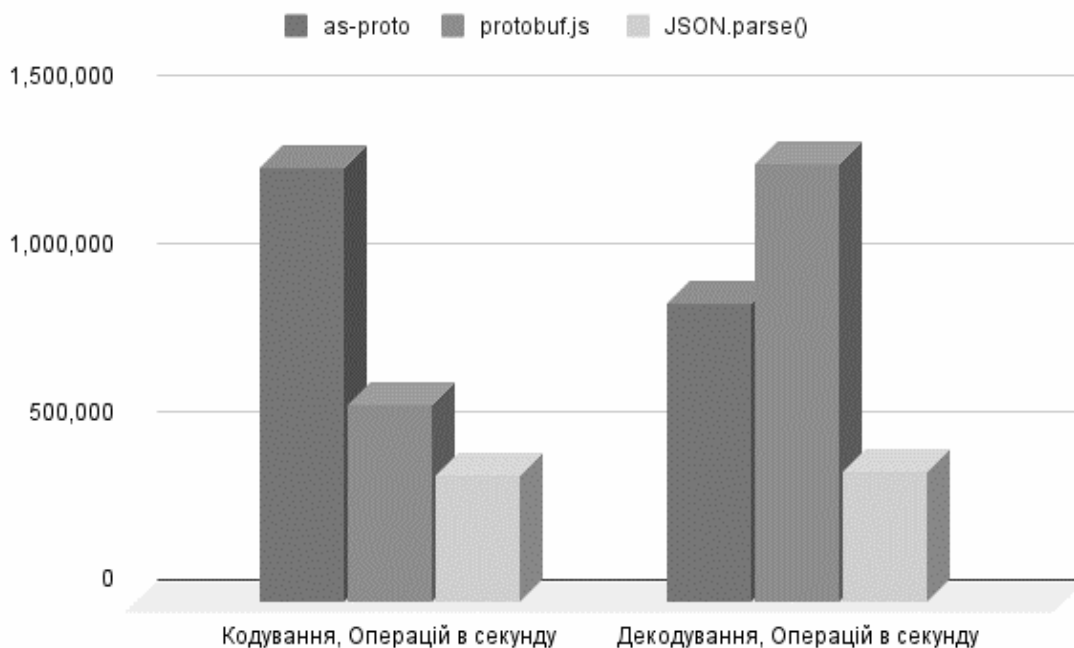


Рисунок 3 – Порівняння швидкодії кодування as-proto, protobuf.js та JSON.parse() [6]

**ВИСНОВКИ.** Хоча JSON є зручним для людей форматом даних, він неефективний для передачі даних через інтернет. WASM та Protocol Buffers – це перспективні технології, які можуть значно покращити швидкість та ефективність веб-додатків.

На даний момент, основною перешкодою для ширшого використання Protocol Buffers в браузерах є відсутність вбудованої підтримки для цього протоколу. Але технологія WASM активно розвивається і має потенціал вирішити цю проблему.

Впровадження WASM вже дозволяє використовувати Protobuf в браузерах, а з часом стане більш оптимізованим, що зробить цей ефективний формат даних більш універсальним рішенням для веб-додатків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Garg I. Study on JSON, its uses and applications in engineering organizations. 2024. URL: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19850.07367>.
2. Serialization-benchmark/README.md at master · saint1991/serialization-benchmark. *GitHub*. URL: <https://github.com/saint1991/serialization-benchmark/blob/master/README.md#average-time-to-encode-100000-records-in-milli-seconds> (дата звернення: 14.04.2024).
3. V8 release v7.6 · V8. *V8 JavaScript engine*. URL: <https://v8.dev/blog/v8-release-76#json.parse-improvements> (дата звернення: 14.04.2024).
4. Premachandra K. WebAssembly in modern web technology :analysis of benefits vs challenges. 2023. URL: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11317.28643>.
5. Feature Extensions – WebAssembly. *WebAssembly*. URL: <https://webassembly.org/features/> (дата звернення: 14.04.2024).
6. *GitHub* – piotr-oles/as-proto: Protobuf implementation in AssemblyScript. *GitHub*. URL: <https://github.com/piotr-oles/as-proto> (дата звернення: 14.04.2024).
7. Vladyslav Yevsieiev, Samariddin, S. M., Nikolay Starodubtsev, & Amer Abu-Jassar. (2024). ACTIVE CONTOURS METHOD IMPLEMENTATION FOR OBJECTS SELECTION IN THE MOBILE ROBOT’S WORKSPACE. *Journal of Universal Science Research*, 2(2), 135–145.

8. Yevsieiev, V. ., & Gurin, D. . (2023). COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BASIC METHODS USED IN INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (September 29, 2023; Bologna, Italy), 113–115. <https://doi.org/10.36074/logos-29.09.2023.31>
9. Attar, H., & et al.. (2022). Zoomorphic Mobile Robot Development for Vertical Movement Based on the Geometrical Family Caterpillar. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 3046116, <https://doi.org/10.1155/2022/3046116>.
10. Abu-Jassar, A. T., Attar, H., Yevsieiev, V., Amer, A., Demska, N., Luhach, A. K., & Lyashenko, V. (2022). Electronic User Authentication Key for Access to HMI/SCADA via Unsecured Internet Networks. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 5866922. <https://doi.org/10.1155/2022/5866922>
11. Al-Sharo, Y., Abu-Jassar, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., Maksymova, S. A Robo-hand prototype design gripping device within the framework of sustainable development, Indian Journal of Engineering, 20 2023 e37ije1673. <https://doi.org/10.54905/disssi.v20i54.e37ije1673>
12. Lyashenko, V., Abu-Jassar, A.T., Yevsieiev, V., Maksymova, S. Automated Monitoring and Visualization System in Production, Int. Res. J. Multidiscip. Technovation, 5(6) 2023 09-18. <https://doi.org/10.54392/irjmt2362>
13. Yevsieiev, V. ., Maksymova, S. ., & Starodubcev, N. . (2022). A ROBOTIC PROSTHETIC A CONTROL SYSTEM AND A STRUCTURAL DIAGRAM DEVELOPMENT. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»*, (August 12, 2022; Zurich, Switzerland), 113–114. <https://doi.org/10.36074/logos-12.08.2022.33>
14. Vladyslav Yevsieiev, Nikolaj Starodubcev (2023). Development of a control algorithm for a small-sized mobile manipulation robot. Scientific Collection «InterConf», (140), P. 648-651.
15. Yevsieiev V. (2023) Development of a program for modeling the control of a mobile manipulation robot in the unity environment / Yevsieiev V., Starodubcev N. // Scientific Collection «InterConf», (141), P. 331-334.
16. Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Starodubcev, N. (2023). An Automatic Assembly SMT Production Line Operation Technological Process Simulation Model Development. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2(2), 1–9. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20230202.01>
17. A Small-Scale Manipulation Robot a Laboratory Layout Development / Yevsieiev V., Starodubcev N., Maksymova S., Stetsenko K. // International independent scientific journal, №47, 2023. P.18-28.
18. Yevsieiev V., Maksymova S., Starodubcev N. Software Implementation Concept Development for the Mobile Robot Control System on ESP-32CAM // Current issues of science, prospects and challenges: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 2), June 10, 2022. Sydney, Australia: European Scientific Platform., 2022. P. 54-56