

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 2)

[електронне видання]



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



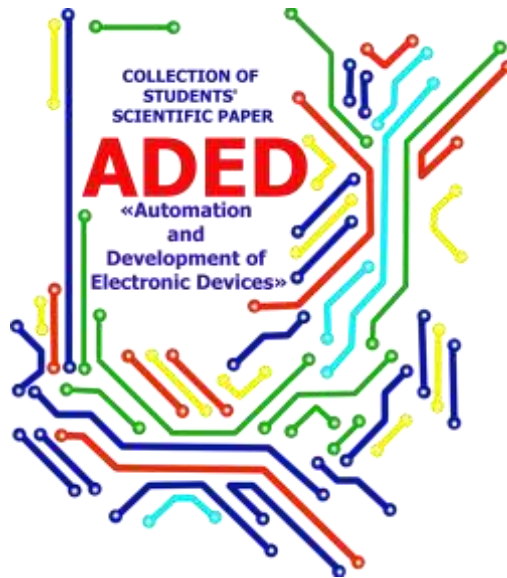
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<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, 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.

## ЗМІСТ

<i>Гребенков Д.В.</i> Дослідження використання повітряних безпілотних систем та їх класифікація .....	8
<i>Івашенко К.В.</i> Розробка багатоканальної системи подачі філаменту для багатокольорового 3D друку	15
<i>Кальченко А.С.</i> Розробка полярного 3D принтеру з можливістю друку без технологічних підтримок ...	20
<i>Піхтерьов А.Д.</i> Корекція системи координат полярного 3D принтеру для підвищення якісних показників друку .....	29
<i>Вінниченко С.О.</i> Система автоматизації для забезпечення керування якістю продукції на всіх етапах виробництва .....	38
<i>Івашенко К.В.</i> Системи мультиматеріального 3D-друку .....	43
<i>Лащин З.В.</i> Аналіз методів та принципів використання автоматизованих керованих транспортних засобів у виробничому процесі .....	53
<i>Єчевський А. Д.</i> Розумний світлофор: технологія майбутнього для сучасних міст .....	64
<i>Маруніч Р.В.</i> Особливості застосування IoT у сфері безпеки .....	71
<i>Твердохліб А.О.</i> Роль штучного інтелекту в оптимізації інформаційно-пошукових систем .....	77
<i>Shcholokov I.S.</i> The role of automation and cals systems in changing human factor in production .....	82
<i>Поліканов К.А.</i> Ключові функції та можливості інтелектуальних систем для модульного житла .....	87
<i>Сухомлінова Д.А.</i> Огляд концепцій дистанційного керування та моніторингу дронів .....	92
<i>Артюх В.С., Кащев В.А.</i> Аналіз та моделювання Shuttle-систем .....	97
<i>Обривко Є.В.</i> Аналіз методів і функцій захисту даних для ресурсів дистанційного навчання .....	107
<i>Сверчков М.О.</i> Системи автоматизації для модульних роботизованих систем виробничого призначення .....	113
<i>Панков А.А.</i> Дослідження методів розробки програмного модуля автоматизованого управління замкненою виробничою ділянкою .....	118
<i>Петров Е.С.</i> Аналіз методів підвищення ефективності складального виробництва за принципами Lean Production .....	126
<i>Сагула О.О.</i> Аналіз програмного нейромережевого модуля для виявлення дронів на основі Yolov5..	130

## РОЗУМНИЙ СВІТЛОФОР: ТЕХНОЛОГІЯ МАЙБУТНЬОГО ДЛЯ СУЧАСНИХ МІСТ

**Єчевський А. Д.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: anatolii.iechevskyi@nure.ua

**Анотація.** У статті розглядається концепція розумних світлофорів як інноваційного рішення для управління дорожнім рухом у сучасних містах. Описується технічна складова таких систем, включаючи принципи роботи та взаємодії з іншими елементами міської інфраструктури. Аналізуються переваги впровадження розумних світлофорів, зокрема їх вплив на безпеку руху, екологічну ситуацію та економічну ефективність транспортної системи. Розглядаються питання інтеграції з іншими міськими системами, кібербезпеки та захисту даних. Наводяться приклади успішного впровадження розумних світлофорів у різних містах світу та аналізуються перспективи розвитку цієї технології.

**Ключові слова:** розумні світлофори, інтелектуальне управління транспортом, IoT-сенсори, адаптивне управління сигналами, хмарні технології, штучний інтелект, Smart City.

## SMART TRAFFIC LIGHTS: TECHNOLOGY OF FUTURE FOR MODERN CITIES

**Yechevskyi A. D.**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki, 14

E-mail: anatolii.iechevskyi@nure.ua

**Abstract.** The article discusses concept of smart traffic lights as innovative solution for traffic management in modern cities. The technical component of such systems is described, including principles of operation and interaction with other elements of urban infrastructure. The advantages of smart traffic lights introduction are analyzed, in particular their impact on traffic safety, the environmental situation and the economic efficiency of the transport system. Issues of integration with other city systems, cybersecurity and data protection are considered. Examples of successful implementation of smart traffic lights in different cities of world are given and prospects for development of this technology are analyzed.

**Keywords:** smart traffic lights, intelligent transport management, IoT sensors, adaptive signal management, cloud technologies, artificial intelligence, Smart City.

Сучасні міста зіштовхуються з комплексом транспортних проблем: від заторів та неефективного управління рухом до забруднення довкілля та надмірних викидів CO<sub>2</sub>. Впровадження інтелектуальних систем управління транспортом на базі IoT та 5G технологій стає ключовим рішенням цих викликів [1-9].

Завдяки розвитку інформатизації забезпечується доступ до великих обсягів даних, швидкісна обробка інформації та побудова надійних систем [10-20].

Інтеграція IoT у транспортну інфраструктуру створює революційні можливості для управління міським рухом.

Взаємопов'язана мережа сенсорів, камер та смарт-пристроїв забезпечує збір та обмін даними в режимі реального часу, що дозволяє оптимізувати транспортні потоки на основі актуальної інформації.

Технологія 5G виступає каталізатором масштабного впровадження IoT-рішень, забезпечуючи:

- швидкість передачі даних до 20 Гбіт/с [21];
- мінімальну затримку до 1 мс;
- можливість підключення мільйонів пристроїв на обмеженій території [22].

Особливо перспективним є впровадження розумних світлофорів та адаптивних дорожніх знаків.

Світлофори, працюючи синхронно, створюють "зелену хвилю" для безперервного руху транспорту. Дорожні знаки динамічно реагують на зміни дорожньої ситуації, надаючи водіям актуальні рекомендації щодо оптимальних маршрутів.

Для успішної реалізації таких систем критично важливою є надійна інфраструктура з низькою затримкою передачі даних та потужні обчислювальні системи для обробки великих масивів інформації.

Впровадження IoT-рішень у поєднанні з 5G має значний екологічний ефект. Оптимізація транспортних потоків та зменшення заторів призводить до суттєвого скорочення викидів CO<sub>2</sub> та інших забруднюючих речовин, що сприяє сталому розвитку міст. Адаптивні системи управління трафіком на базі IoT дозволяють містам ефективно вирішувати транспортні проблеми, покращувати якість життя мешканців та зменшувати негативний вплив на довкілля. Завдяки можливостям 5G ці рішення стають більш доступними та ефективними для впровадження у великих масштабах.

Розумний світлофор – це інноваційна система управління транспортом, яка використовує інтернет-з'єднання, датчики, відеозйомку та хмарні технології для адаптації сигналів світлофора в реальному часі. На вигляд такі світлофори не відрізняються від звичайних, проте вони оснащені додатковими пристроями, такими як IoT-сенсори і підключені камери спостереження. За допомогою цих компонентів розумні світлофори здатні аналізувати дорожню ситуацію та динамічно змінювати сигнали залежно від умов руху.

Основна особливість розумного світлофора – здатність до адаптивного керування сигналами (Adaptive Traffic Signal Control, ATSC), що дозволяє автоматично регулювати тривалість зеленого або червоного світла, враховуючи кількість транспортних засобів, пішоходів, погодні умови або навіть час доби.

На перший погляд, розумний світлофор виглядає як звичайний, але його функціональність значно ширша завдяки сучасним технологіям. Основні компоненти розумного світлофора включають:

- модулі зв'язку, такі як Wi-Fi, 5G, та V2X (Vehicle-to-Everything), що дозволяє їм обмінюватися інформацією з іншими транспортними засобами, системами управління дорожнім рухом, навігаційними додатками та хмарними платформами;

- різні види сенсорів для збору інформації:

- a) радари та LiDAR для виявлення транспортних засобів;
- b) датчики швидкості для оцінки інтенсивності руху;
- c) датчики погоди для адаптації сигналів до умов, таких як дощ, сніг чи туман;
- d) датчики викидів для моніторингу рівня забруднення повітря;
- e) підключені камери для реєстрації порушень, наприклад проїзду на червоне світло, або для рахунку транспортних засобів і пішоходів;

- вбудований комп'ютер для підключення до інтелектуальних транспортних систем (ITS), де проводиться складний аналіз великих обсягів даних. Хмарні платформи дозволяють прогнозувати затори, оптимізувати маршрути для громадського транспорту та приймати стратегічні рішення для покращення дорожньої інфраструктури.

Структурні складові розумного світлофору наведено на рисунку 1. Розумні світлофори відкривають нові можливості для управління міським трафіком. Вони пропонують низку значних переваг, які позитивно впливають не лише на транспортний рух, а й на екологію, економіку та безпеку міст:

- зменшення часу у заторах завдяки адаптивному регулюванню сигналів. Вони автоматично збільшують тривалість зеленого світла на перехрестях з великим потоком транспорту, мінімізуючи простой;

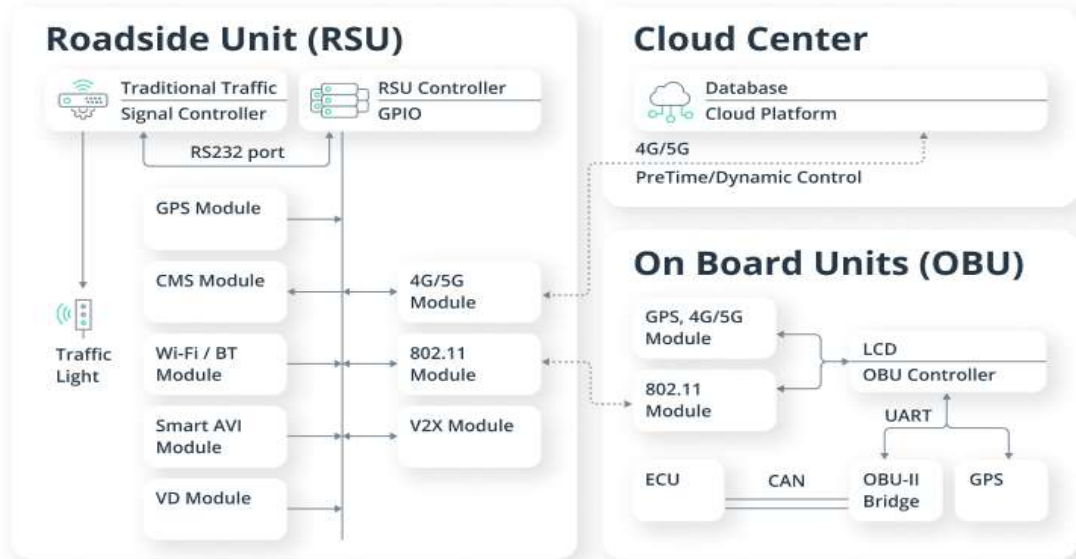


Рисунок 1 – Технічна архітектура розумного світлофору [23]

- зниження рівня забруднення повітря через зменшення часу простою двигунів, що, у свою чергу, знижує рівень забруднення повітря;

- підвищення безпеки на дорогах, адже розумні світлофори оснащені камерами та сенсорами, які здатні фіксувати порушення, такі як проїзд на червоне світло чи перевищення швидкості. Крім того, адаптивне управління сигналами знижує кількість небезпечних ситуацій, коли водії намагаються "проскочити" перехрестя;

- оптимізація громадського транспорту наданням пріоритету громадському транспорту, наприклад, автобусам чи трамваям. Це дозволяє скоротити час їхнього очікування на світлофорі та зробити використання громадського транспорту більш привабливим для пасажирів;

- зменшення витрат на інфраструктуру, таких як будівництво нових доріг або розширення існуючих. Розумні світлофори дозволять значно підвищити пропускну здатність вже існуючої інфраструктури без необхідності великих капіталовкладень;

Вже навіть є приклади впровадження розумних світлофорів. Так, Манчестер, Велика Британія, інвестувало близько 30 млн у створення системи розумного управління дорожнім рухом. Нові світлофори використовують мережу пристроїв для збору даних у реальному часі, а також технологію 5G для швидкої передачі інформації у хмарні системи. Ця система дозволяє динамічно регулювати сигнали світлофорів, зменшувати затори та підвищувати безпеку руху [24].

Лондон, Велика Британія, у партнерстві з компанією Siemens впроваджує систему адаптивного управління світлофорами Sitrtraffic FUSION. Ця технологія використовує дані від підключених автомобілів і дорожньої інфраструктури для оптимізації руху. Система враховує

показники, такі як кількість пішоходів, громадський транспорт і навіть погодні умови, щоб забезпечити плавний рух на дорогах [25].

Попри численні переваги, розумні світлофори стикаються з викликами, які потрібно подолати, щоб їх впровадження було максимально ефективним та доступним для всіх міст. До основних проблем, пов'язаних із реалізацією цієї технології, належать:

- висока вартість створення інфраструктури для розумних світлофорів.

Окрім встановлення самих світлофорів, потрібно оснастити дороги сучасними сенсорами, камерами, системами зв'язку та забезпечити хмарні платформи для обробки даних. Для малих міст або країн із обмеженим бюджетом це може стати серйозною перешкодою:

- складність інтеграції з існуючими системами, так як у багатьох містах вже існують усталені транспортні системи, які доволі складно інтегрувати з новими технологіями.

Наприклад, розумні світлофори потребують синхронізації з громадським транспортом, системами моніторингу руху та екстреними службами. Це вимагає додаткових ресурсів та часу;

- проблеми з конфіденційністю даних через те, що сучасні розумні світлофори збирають величезний обсяг даних, включаючи інформацію про рух транспортних засобів, пішоходів і навіть окремих водіїв. Це викликає питання конфіденційності та безпеки даних;

- технічна складність та обслуговування. Наприклад, датчики та камери можуть виходити з ладу через погодні умови, а програмне забезпечення – потребувати систематичного оновлення. Це створює додаткове навантаження на міські служби;

- опір з боку населення або водіїв. Люди можуть бути не готові до змін або не розуміти, як працює система. Також можуть виникати ситуації, коли водії ігноруватимуть сигнали світлофорів, що може знизити ефективність системи.

Попри існуючі виклики, технологія розумних світлофорів має великий потенціал. У майбутньому має місце ще більше вдосконалень:

- ширше впровадження штучного інтелекту, що дозволить світлофорам не лише реагувати на поточну ситуацію, а й передбачати майбутні затори. Наприклад, зможе аналізувати історичні дані про рух транспорту та робити прогнози, що дозволить ще більш ефективно керувати сигналами;

- інтеграція з автономними автомобілями та обмін з ними даними, регулюючи їхній рух у реальному часі, що забезпечить ще більшу безпеку та ефективність;

- розвиток екологічних функцій. Наприклад, вони зможуть автоматично надавати пріоритет автомобілям із двигунами внутрішнього згоряння або зменшувати час очікування на перехрестях під час пікових рівнів забруднення повітря;

- синхронізація з іншими міськими системами для взаємодії з іншими елементами інфраструктури, такими як системи екстрених служб та паркінгові системи, спрямовуючи водіїв до вільних місць, зменшуючи час пошуку паркування та, відповідно, затори.

Автоматизація є ключовим інструментом сучасного розвитку, який дозволяє підвищити ефективність, зменшити витрати часу та ресурсів, а також мінімізувати вплив людського фактора на виконання рутинних або складних завдань. Одночасно актуальність автоматизації посилюється, оскільки інтеграція IoT дозволяє не лише з'єднати фізичні об'єкти з цифровими системами, а й забезпечувати їхню автономну взаємодію та управління в реальному часі. Ця синергія технологій відкриває нові можливості для оптимізації процесів, підвищення продуктивності та зменшення людського впливу у сферах – від "розумних" будинків і транспорту до промислових підприємств та міської інфраструктури.

На завершення про статистику впровадження розумних світлофорів у різних містах світу демонструє значну ефективність цієї технології:

1. Піттсбург (США):

- зменшення часу подорожі на 25 % та скорочення кількості зупинок на перехрестях на 30 %;

- зниження викидів вихлопних газів на 21 % та економія палива близько 16 %.

#### 2. Сінгапур:

- зменшення заторів на головних магістралях на 35 % та скорочення середнього часу очікування на перехрестях на 28 %;

- підвищення середньої швидкості руху на 20 %.

#### 3. Дубай (ОАЕ):

- скорочення середнього часу поїздки на 27 % та зменшення кількості зупинок транспорту на 32 %;

- економія палива до 30 % та зниження рівня забруднення повітря на 20 %.

Особливо вражаючі результати демонструє комплексне впровадження розумних світлофорів разом з іншими елементами розумної транспортної системи. Представлені вище статистичні дані підтверджують економічну та екологічну доцільність впровадження розумних світлофорів, особливо у великих містах з інтенсивним трафіком. При цьому важливо відзначити, що ефективність системи значною мірою залежить від якості її впровадження, інтеграції з існуючою інфраструктурою та правильного налаштування алгоритмів управління.

Таким чином, розумні світлофори – це більше ніж просто технологічна інновація. Вони є важливим кроком до створення міст майбутнього, де транспортна система працює ефективно, безпечно та екологічно. Впровадження таких систем уже сьогодні демонструє значні результати у різних країнах світу, а їхній подальший розвиток обіцяє ще більше переваг. Проте, як і будь-яка інновація, розумні світлофори потребують значних інвестицій, технічного обслуговування та адаптації до локальних умов. Вирішення цих викликів дозволить створити міста, які не лише відповідатимуть потребам сучасного суспільства, але й стануть прикладом сталого розвитку для майбутніх поколінь.

## REFERENCES

1. Yechevskiy, A. Innovative solutions for smart cities: how iot and 5g can change road infrastructure and reduce emissions // International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024», 2024 – pp. 10-11

2. Marunich, R. et al. Approaches to ensuring the effective implementation of iot technologies in various industries // International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024», 2024 - pp. 22-23

3. Polikanov, K., et al. Smart home with house module: overview of automation technologies // International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024», 2024 - pp. 20-21

4. Khalimonov, Y., et al. Approaches to ensuring proper working conditions using sensor technologies IoT // International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024», 2024 - pp. 24-25

5. Khalimonov, Y. I., et al. Monitoring and optimising conditions in production environment // Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation– 2024», 2024. – pp. 256-258

6. Lashyn, Z. V., et al. Automation capabilities of equipment with built-in robot for manufacture of microelectronics products // Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation – 2024», 2024. – pp. 283-286

7. Sukhno, P. Y., et al. Analysis of modern telecommunications: data transmission via GSM channel // Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation – 2024», 2024. – pp. 562-565
8. Lykho, T.A., et al. Pattern recognition and computer vision technologies in decision support systems of robotic systems // Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation – 2024», 2024. – pp. 645-648
9. Sotnik, S. V. Features of using REST architecture for development of ARS for information systems // Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проектами та програмами», Коблево, 9–13 вересня 2024 р. Збірник праць. – Харків: ХНУРЕ, 2024. – pp. 42 – 45.
10. Sotnik S. V. Implementation of game-based learning method // Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024 / Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 26-27 вересня 2024 р., 2024, pp. 19-22.
11. Sotnik, S. V. Features of using REST architecture for development of ARS for information systems // Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проектами та програмами», Коблево, 9–13 вересня 2024 р. Збірник праць. – Харків: ХНУРЕ, 2024. – pp. 42-45.
12. Tverdokhlib, A., et al. Intelligent tools for optimizing information and search engines // Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2024. – pp. 28-31.
13. Sotnik, S. V., et al. Analysis of searching methods for explosive objects using information technology and computer modeling // Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 18-19 квітня 2024 р., 2024. – pp. 20-22.
14. Kaponkin, V. G., et al. The role of big data in improving functionality of search engines // The 8th International scientific and practical conference “European congress of scientific achievements” (August 12-14, 2024) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain, 2024. – pp. 69-76.
15. Sotnik, S., et al. Gamification in science: game platforms for learning // Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2023 / Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 28-29 жовтня 2023 р., 2023. – pp. 87-89.
16. Nevludov, I. S., et al. Cloud giants: AWS, Azure and GCP: дис. // 2023 2nd International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering Ivano-Frankivsk, 2023. – pp. 18-24.
17. Sotnik, S. V., et al. Analysis of design process of automated fire protection system // V Форум “Автоматизація, електроніка та робототехніка” (AERT-2023), 2023. – pp. 59-62.
18. Sotnik, S. V. Analysis of Personal Information Security Issues in Peacetime and Wartime // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), 2024. – Vol. 8 Issue 10. – pp. 108-113.
19. Andreiev, A. S. et al. Computer games and Web design // Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation – 2024», 2024. – pp. 712-714
20. Sotnik, S., et al. Analysis of searching methods for explosive objects using information technology and computer modeling // Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 18-19 квітня 2024 р., 2024. – pp. 20-22.
21. ITU. 5G Basics. International Telecommunication Union. 2017. [Type of medium]. Available: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-IMT-2017-1-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-IMT-2017-1-PDF-E.pdf)

22. Ericsson. 5G will be the platform for tomorrow's smart cities. 2018. [Type of medium]. Available: <https://www.ericsson.com/en/patents/articles/5g-will-be-the-platform-for-tomorrows-smart-cities>
23. Intellias. How Do Smart Traffic Lights Work? Technical Architecture and Use Cases Explained. 2024. [Type of medium]. Available: <https://d17ocfn2f5o4r1.cloudfront.net/wp-content/uploads/2022/07/smart-traffic-light-system.jpg>
24. Citti. Manchester trials AI-powered traffic lights as part of £30m investment in 5G. 2020. [Type of medium]. Available: <https://www.cittimagazine.co.uk/news/infrastructure/manchester-trials-ai-powered-traffic-lights-as-part-of-30m-investment-in-5g.html>
25. Siemens. Siemens Mobility Intelligent Traffic Systems (ITS). 2024. [Type of medium]. Available: <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/road/yunex-traffic.html>
26. Sotnik, S. V. Development of automated control system for continuous casting. Radio Electronics, Computer Science, Control, 2024. – №2. – pp. 181-189.
27. Hubar A.Y. et al. Impact of automation and CALS technologies on human factor in production // The 5th International scientific and practical conference “Perspectives of contemporary science: theory and practice” (June 24-26, 2024) SPC “Sci?conf.com.ua”, Lviv, Ukraine. – pp. 243-249.
28. Lvov, A., et al. Analysis of electronic locks existing systems // Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2024. – pp. 24-27.