

ЛЕМЕСЬКО АНДРІЙ

Державний університет телекомунікацій

ORCID ID: [0000-0001-8003-3168](https://orcid.org/0000-0001-8003-3168)

АНТОНЕНКО АРТЕМ

Державний університет телекомунікацій

ORCID ID: [0000-0001-9397-1209](https://orcid.org/0000-0001-9397-1209)e-mail: artem.v.antonenko@gmail.com

ЦВІК ОЛЕКСАНДР

Державний університет телекомунікацій

ORCID ID: [0000-0001-7786-1712](https://orcid.org/0000-0001-7786-1712)

АНАЛІЗ І ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТРАФІКУ

У статті розглянуто основні можливості програм контролю трафіку. Надсилання надто великої кількості пакетів Інтернет-з'єднання може призвести до інтенсивного інтернет-трафіку, що може призвести до вузьких місць або перевантаження мережі. Тим часом операції між пристроями зв'язку також впливають і сповільнюються. Основна проблема полягає в тому, що зростання інтернет-трафіку різко зростає, а з іншого боку інтернет-з'єднання завжди має кінцеву пропускну здатність для потоку даних і може підтримувати лише певну кількість пакетів за раз. Одночасне надсилання надто великої кількості пакетів через Інтернет-з'єднання утруднене, оскільки одночасне надсилання надто великої кількості пакетів може призвести до інтенсивного інтернет-трафіку, який може стати вузьким місцем або відбудеться перевантаження мережі. Тим часом операції між пристроями зв'язку також впливають і сповільнюються, що зрештою призводить до навантаження Інтернету та до погіршення якості послуг мережі. Ефективне управління перевантаженням є одним із найважливіших питань ефективності управління інтернет-трафіком. Нова алгоритмічна модель запобігання перевантаженням підвищить продуктивність та використання мережі, зробивши TCP більш гнучким та ефективним протоколом з новим попереджувальним підходом. Програми для контролю трафіку є головним додатком комп'ютерного інженера. Весь світ пов'язаний між собою великою сіткою маршрутизаторів, комутаторів, серверів та споживачами, й така кількість пристроїв та обміну пакетів потрібно контролювати. Тому й було створено основний принцип контролю трафіка. Завдяки таким програмам існує стабільний трафік і мережа. Майбутнє сучасного Інтернету – це адаптація хмарних обчислень, 3D-технологій, Інтернету речей, глобального зв'язку, розподілених обчислень, бездротових носіїв та мультимедійного мовлення високої чіткості через Інтернет. Для керування стійким і ефективним інтернет-трафіком, бажаний систематичний підхід до планування, тестування та обслуговування його поведінкового механізму, щоб уникнути перевантаження мережі та забезпечити безперебійну передачу даних. Ефективне управління перевантаженням є однією з найважливіших проблем ефективності управління інтернет-трафіком, яку необхідно вирішити. Основний шлях до вирішення проблеми полягає в використанні програм для контролю трафіку. Під ефективним розуміється, що механізм контролю також повинен забезпечувати належний рівень використання мережевих ресурсів, що є фундаментальною умовою для забезпечення рентабельності роботи. Було виявлено, що причиною використання контролю трафіку є збільшення використання інтернет ресурсингу, тому для успішного контролю за трафіком потрібне використання програм.

Ключові слова: контроль трафіку, TCP, мережеві пакети, мережа.

ANTONENKO ARTEM

State University of Telecommunications

LEMESHKO ANDRII

State University of Telecommunications

TSVIK OLEKSANDR

State University of Telecommunications

ANALYSIS AND FEATURES OF TRAFFIC MONITORING SOFTWARE

The article discusses the main capabilities of traffic control programs. Sending too many Internet connection packets can result in heavy Internet traffic, which can lead to bottlenecks or network congestion. Meanwhile, operations between communication devices are also affected and slowed down. The main problem is that the growth of Internet traffic increases dramatically, and on the other hand, the Internet connection always has a finite bandwidth for data flow and can only support a certain number of packets at a time. Sending too many packets at once over an Internet connection is difficult because sending too many packets at once can lead to heavy Internet traffic that can become a bottleneck or cause network congestion. Meanwhile, transactions between communication devices are also affected and slowed down, which ultimately leads to Internet congestion and network service degradation. Effective congestion management is one of the most important issues in managing Internet traffic. The new algorithmic congestion prevention model will improve performance and network utilization by making TCP a more flexible and efficient protocol with a new preemptive approach. Traffic control programs are the primary application of a computer engineer. The entire world is interconnected by a vast network of routers, switches, servers, and consumers, and so many devices and packets need to be controlled. That is why the basic principle of traffic control was created. Thanks to such programs, there is a stable traffic and network. The future of today's Internet is the adaptation of cloud computing, 3D technologies, the Internet of Things, global communication, distributed computing, wireless media, and high-definition multimedia broadcasting over the Internet. To manage sustainable and efficient Internet traffic, a systematic approach to planning, testing, and maintaining its behavioral mechanism is desirable to avoid network congestion and ensure uninterrupted data transmission. Effective congestion management is one of the most important problems of internet traffic management efficiency that needs to be solved. The main way to solve the problem is to use

traffic control programs. Effective means that the control mechanism must also ensure the proper level of use of network resources, which is a fundamental condition for ensuring the profitability of work. It was found that the reason for the use of traffic control is the increase in the use of Internet resources - therefore, the use of programs is necessary for successful traffic control.

Keywords: traffic control, TCP, network packets, network

Постановка проблеми

Майбутнє сучасного Інтернету – це адаптація хмарних обчислень, Інтернету речей та 3D-технологій через Інтернет. Отже, Інтернету необхідно обмінюватися величезною кількістю інформації у вигляді пакетів запитів, відповідей та даних, що управляють. Інтернет-з'єднання завжди має кінцеву пропускну здатність і може підтримувати лише певну кількість пакетів за один раз. Надсилання надто великої кількості пакетів Інтернет-з'єднання може призвести до інтенсивного інтернет-трафіку, що може призвести до вузьких місць або перевантаження мережі. Тим часом операції між пристроями зв'язку також впливають і сповільнюються. Ефективне управління перевантаженням є одним із найважливіших питань ефективності управління інтернет-трафіком.

Щоб зробити трафік в мережі стійким та ефективним, люди почали використовувати програми для контролю, тестування та обслуговування, щоб уникнути перевантаження мережі та забезпечити безперебійну передачу даних. Нова алгоритмічна модель запобігання перевантаженням підвищить продуктивність та використання мережі, зробивши TCP більш гнучким та ефективним протоколом з новим попереджувальним підходом.

Аналіз останніх джерел

Сучасний Інтернет революціонував світ комп'ютерів та електричних комунікацій, як ніщо інше [1–4]. В даний час Інтернет є всесвітнім засобом мовлення та методом поширення інформації, співробітництва та зв'язку між людьми, їх комп'ютерами без урахування географічного положення [5–7]. Сьогодні повсякденна діяльність комп'ютерного світу переважно залежить від Інтернету. Майже кожна велика організація світу використовує Інтернет-сервіси для своєї роботи та комунікації. Інтернет є розгалуженою мережею мереж, таких як мережева інфраструктура. Він з'єднує мільйони комп'ютерів по всьому світу разом і утворює величезну мережу, де комп'ютери можуть спілкуватися з іншими комп'ютерами. Ніхто не володіє Інтернетом, і жодна людина чи організація не контролює Інтернет. Інтернет є чимось більшим, ніж таке ж поняття матеріального об'єкта, і заснований на фізичній інфраструктурі, що з'єднує мережі з іншими мережами [8, 9]. Вчені передбачають, що одного разу сучасний Інтернет стане «подібним до електрики», менш помітним, проте більш глибоко оточуючим життя людей.

Майбутнє сучасного Інтернету – це адаптація хмарних обчислень, 3D-технологій, Інтернету речей, глобального зв'язку, розподілених обчислень, бездротових носіїв та мультимедійного мовлення високої чіткості через Інтернет. Для задоволення потреб цих технологій існує безліч комунікаційних пристроїв, які звертаються до ресурсів та отримують запит на виконання своєї роботи в Інтернеті. Таким чином, Інтернету необхідно обмінюватися великою інформацією у вигляді запитів, відповідей та контрольних даних. Як обговорювалося раніше, Інтернет — це всесвітня мережа, яка об'єднує мільярди електронних пристроїв. Електронні пристрої можуть бути серверами, комп'ютерами, ноутбуками, мобільними телефонами, планшетами, факсами, принтерами, IPTV та іншими носіями, які надсилають або отримують дані через мережу. На цьому етапі понад 190 країн об'єднано для обміну даними, інформацією та ідеями. Згідно з звітом про дослідження Департаменту статистики в реальному часі в Інтернеті, на 30 грудня 2014 року у всьому світі налічувалося близько 3 037 608 300 користувачів Інтернету. Ця цифра користувачів Інтернету вказує, що це приблизно 40% населення світу. [10-13] Основна частина користувачів Інтернету знаходиться в Китаї, потім слідує США та Європа. Більшість старих медіа-комунікацій, включаючи телефонію та телебачення, було перетворено або перероблено в онлайн через народження нових технологій та послуг, таких як передача голосу інтернет-протоколом, телебачення (IPTV) та інтернет-протокол (VoIP). Проте газети, книги та багато інших друкованих видань та адаптація технології на сайті, перетворена на блоги та веб-канали, промислові розваги, включаючи музику, фільми та ігри, також є основними причинами сильного зростання в Інтернеті [14–17].

Виклад основного матеріалу

Метою роботи є аналіз сучасного програмного забезпечення по контролю трафіку, визначення причин та усунення складнощів у мережах інтернету.

Перш ніж обговорювати питання Інтернет-трафіку, необхідно прояснити основне поняття Інтернет-трафіку [4]. Його можна визначити по-різному, наприклад, інтернет-трафік є навантаженням на комунікаційні пристрої чи мережеву систему. В основному інтернет-трафік існує в Інтернеті у формі доступу до трафіку World Wide Web (www), який тече між веб-серверами та веб-клієнтами, та трафіку обміну файлами. Таким чином, Інтернет-трафік – це щільність даних, що переміщуються Інтернет-з'єднанням. Інтернет обмінюється численною інформацією як величезної кількості:

- Пакети запитів
- Пакети відповідей
- Пакети інструкцій

Корпорація Intel провела опитування та повідомила, що «відбувається за хвилину в Інтернеті» – більше 23 000 годин відео-переглядів на Netflix, 138 000 годин відео переглянуто на YouTube, 4,1 мільйонів пошукових запитів у Google, 3,3 мільйони поділилися контентом. Ці два мультимедійні веб-сайти генерують

більше половини всього інтернет-трафіку. Сьогодні ми можемо сказати, що кількість підключених електронних пристроїв дорівнює населенню світу. Очікується, що до 2023 року кількість підключених пристроїв втричі перевищить чисельність населення світу.

Одна з найбільш серйозних проблем полягає в тому, що зростання інтернет-трафіку значно збільшується, тому що:

- Зростає попит на нові технології, що розвиваються [1].
- Відбувається збільшення кількості підключених пристроїв.
- Кількість користувачів збільшується.
- Дедалі більше використання онлайн-ресурсів.
- Для глобального поширення знань та інформації.
- Обчислювальна потужність стосується всіх завдяки бездротовим технологіям та мобільним пристроям.

Якщо вивчати контроль трафіку, з'являються основні питання:

- Чи можуть існуючі мережі впоратися з цим вибуховим зростанням мережевого трафіку?
- Чи може він пристосуватися до цього зростання, зберігаючи при цьому безпеку?
- Чи може він підтримувати очікування споживачів щодо миттєвого доступу до онлайн-ресурсів?
- Чи може існуюча інфраструктура мережі підтримувати хмарні обчислення?
- Чи можуть нові програми та програми нормально працювати в цій мережі?
- Чи можна оновити бездротову мережу в цій мережі?
- Чому так необхідне його управління та вдосконалення?

Майбутнє сучасного Інтернету – це адаптація хмарних обчислень, Інтернету речей та 3D-технологій через Інтернет. Отже, Інтернету необхідно обмінюватися величезною кількістю інформації у вигляді пакетів запитів, відповідей та даних, що управляють. Основна проблема полягає в тому, що зростання інтернет-трафіку різко зростає, а з іншого боку інтернет-з'єднання завжди має кінцеву пропускну здатність для потоку даних і може підтримувати лише певну кількість пакетів за раз. Одночасне надсилання надто великої кількості пакетів через Інтернет-з'єднання утруднене, оскільки одночасне надсилання надто великої кількості пакетів може призвести до інтенсивного інтернет-трафіку, який може стати вузьким місцем або відбудеться перевантаження мережі. Тим часом операції між пристроями зв'язку також впливають і сповільнюються. Це також зрештою призводить до навантаження Інтернету. Це також може призвести до погіршення якості послуг мережі у вигляді затримок у черзі; втрати кадрів або пакетів даних; блокування нових з'єднань; зменшення швидкості вдалого введення

Ефективне управління інтернет-трафіком дозволяє усунути ці проблеми та забезпечити безперебійну передачу даних. Це також схоже на керування дорожнім рухом. Інженери з трафіку / мережеві адміністратори контролюють інтернет-трафік і визначають різні схеми для реалізації, як уникнути чи зменшити навантаження мережі. Збільшення кількості користувачів і підключених пристроїв, а також управління інтернет-трафіком показують його значення, коли йдеться про попит на нові технології, що розвиваються, такі як хмарні обчислення, потокове 3D-відео, Інтернет речей, глобальні можливості підключення, грид-обчислення, високошвидкісні бездротові медіа та HD-мультимедіа. Ці технології вимагають високих обчислювальних потужностей, що вимагають високої пропускну спроможності Інтернету для спільного використання ресурсів. Управління інтернет-трафіком - це область досліджень у галузі комунікаційних мереж та системної інженерії. Перевантаження інтернет-трафіку може стати проблемою для мережевих інженерів та менеджерів центрів обробки даних, але тільки не в тому випадку, якщо вони впораються з цією проблемою за допомогою належної системи керування трафіком. Ефективне управління перевантаженням є одним із найважливіших питань ефективності управління інтернет-трафіком. Щоб зробити його стійким та ефективним, бажаний систематичний підхід до планування, тестування та обслуговування його поведінкового механізму, щоб уникнути перевантаження мережі та забезпечити безперебійну передачу даних.

Щоб зробити керування інтернет-трафіком стійким і ефективним, бажаний систематичний підхід до планування, тестування та обслуговування його поведінкового механізму, щоб уникнути перевантаження мережі та забезпечити безперебійну передачу даних. Ефективне управління перевантаженням є однією з найважливіших проблем ефективності управління інтернет-трафіком, яку необхідно вирішити. Основний шлях до вирішення проблеми полягає в використанні програм для контролю трафіку.

Протягом останніх років зростає інтерес до визначення простих, але водночас ефективних програм керування контролю трафіку, здатних забезпечити рівень обслуговування, необхідний для компанії. Під ефективним розуміється, що механізм контролю також повинен забезпечувати належний рівень використання мережевих ресурсів, що є фундаментальною умовою для забезпечення рентабельності роботи.

Основний перелік програми для контролю трафіку:

- Auvik
- SolarWinds Network Traffic Analysis Tool
- Perimeter 81
- Paessler Network Analysis Tool
- Wireshark
- NetFort LANGuardian

- ManageEngine NetFlow Analyzer
- Nagios

Усі інструменти аналізу мережі різні. Вони розділяються на два типи: перший – це інструменти на основі потоку, а другий – інструменти глибокої перевірки пакетів. Ці інструменти надають функції програмних агентів, зберігають історичні дані та системи виявлення вторгнень.

Інструменти аналізу мережевого трафіку збирають дані про мережу в режимі реального часу та історичні записи. Це може допомогти вам виявити зловмисне програмне забезпечення, наприклад програму-вимагач. Він виявляє використання вразливих протоколів і шифрів.

Історичні дані допомагають аналізувати минулі події. Деякі інструменти зберігають дані протягом обмеженого періоду. Програми повинні перевірити це обмеження. Деякі інструменти пропонують можливість зберігати дані за час, в який є максимальне навантаження.

Вибираючи інструмент, слід враховувати джерела даних. Усі інструменти аналізу мережі не збирають дані потоку та пакетні дані, що надходять із різних джерел, тому й використовується різні типи програм для контролю. Тому компанії, вибираючи інструмент, дивляться, щоб було відповідно до своєї мережі (мережевого трафіку), визначають критичні елементи та порівнюють можливості інструмента з цими факторами.

Висновки

Отже, у статті було проаналізовано і визначено особливості контролю трафіку мереж у сучасному світі. Також було досліджено сучасні проблеми трафіку в світі та переваги використання програм для контролю трафіку. Це лише початок використання програм, далі з зростанням населення, мережевих пристроїв та інтернет-ресурсів, буде створюватись все більше пристроїв та програм для якісного контролю трафіку.

Було виявлено, що причиною використання контролю трафіку є збільшення використання інтернет ресурсингу, тому для успішного контролю за трафіком потрібне використання програм. Аналіз та контроль трафіку – основні фактори успішної мережі, які використовують всі компанії та люди, які працюють в мережевій сфері.

Література

1. Абед С.А. (2013). Порівняльний аналіз алгоритмів роботи протоколу TCP в самоподібному трафіку. *Journal of Communications and Network*, 92.
2. Ke Xu Hongying Liu, Jiangchuan Liu, Jixiu Zhang. LBMP: A Logarithm- Barrier-Based Multipath Protocol for Internet Traffic Management. *IEEE TRANSACTIONS ON PARALLEL AND DISTRIBUTED SYSTEMS*, VOL. 22, NO. 3, MARCH 2011.
3. Даррелл М. W. (2014). Еволюція потокового відео та доставки цифрового вмісту. *Journal of Technology Innovation at Brookings*, 86.
4. Федеріко Б. (2010). Інтернет у розробці майбутніх систем контролю трафіку. *Internet Research Journal*, 168.
5. Shahwaiz Afaqui M., Villegas E.G., Aguilera E.L. IEEE 802.11 ax: Challenges and requirements for future high efficiency WiFi. *IEEE Wireless Communications*. 2016. № 99. P. 2–9.
6. Зайцев Є.О., Антоненко А.В., Березниченко В.О., Закусило С.А. (2022). Smart засоби визначення аварійних станів у розподільних електричних мережах міст. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (5).
7. Tanenbaum A.S., Wetherall D.J. *Computer Networks*. 5-th Ed. Prentice Hall, Cloth, 2011. 960 p.
8. Bellalta B. IEEE 802.11 ax: High-efficiency WLANs. *IEEE Wireless Communications*. 2016. № 23(1). P. 38–46.
9. Barrachina-Munoz S., Francesc Wilhelmi, Ioannis Selinis, Boris Bellalta. *Wireless Network Simulator for Next-Generation High-Density WLANs*. *IEEE 2019 Wireless Days (WD)*. 2019. P. 1–8.
10. Ткаченко О.М., Гринкевич Г.О., Перепелиця Н.Л., Цімура Б.В., Яворський А.О. Оцінка працездатності каналу зв'язку. *Наукові записки УНДІЗ*. 2016. № 3(43). С. 30–36.
11. Sure P., Bhuma C. M. A survey on OFDM channel estimation techniques based on denoising strategies. *Eng. Sci. Technol. Int. J.* V.20. № 2, 2017. P. 629-636.
12. Sur S., Pefkianakis I., Zhang X., Kim K., Kim H. Practical MU-MIMO user selection on 802.11ac commodity networks. *Proc. ACM MobiCom*. 2016. P. 122-134.
13. Zhuang Y., Syed Z., Georgy J., El-Sheimy N. Autonomous smartphone-based Wi-Fi positioning system by using access points localization and crowdsourcing. *Pervasive and Mobile Computing*. V. 18. 2015. P. 118-136.
14. Kulkarni P., Fengming Cao Taming the densification challenge in next generation wireless LANs: An investigation into the use of dynamic sensitivity control. *Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)*, 2015 IEEE 11th International Conference on. 2015. P. 860–867.
15. Shen Z., Bo Li, Mao Yang, Zhongjiang Yan, Xiaobo Li, Yi Jin Research and Performance Evaluation of Spatial Reuse Technology for Next Generation WLAN. *International Wireless Internet Conference*. 2019. P. 41–51.
16. Lei Song, Biswanath Mukherjee. On the Study of Multiple Backups and Primary-Backup Link Sharing for Dynamic Service Provisioning in Survivable WDM Mesh Networks. *IEEE Journal on selected areas in*

Telecommunication, 2008. Vol. 26, No 6. p. 84-91.

17. Кулаков Ю.А., Коган А.В., Храпов В.М. Способ конструирования трафика при организации многопутевой маршрутизации. Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. Вип. 65. 2017. С. 28–33.

References

1. Abed S.A. (2013). Porivnialnyi analiz alhorytmiv roboty protokolu TCP v samopodibnomu trafiku. Journal of Communications and Network, 92.
2. Ke Xu Hongying Liu, Jiangchuan Liu, Jixiu Zhang. LBMP: A Logarithm- Barrier-Based Multipath Protocol for Internet Traffic Management. IEEE TRANSACTIONS ON PARALLEL AND DISTRIBUTED SYSTEMS, VOL. 22, NO. 3, MARCH 2011.
3. Darrell M. W. (2014). Evoliutsiia potokovoho video ta dostavky tsyrovoho vmistu. Journal of Technology Innovation at Brookings, 86.
4. Federiko B. (2010). Internet u rozrobtsi maibutnikh system kontroliu trafiku. Internet Research Journal, 168.
5. Shahwaiz Afaqui M., Villegas E.G., Aguilera E.L. IEEE 802.11 ax: Challenges and requirements for future high efficiency WiFi. IEEE Wireless Communications. 2016. № 99. P. 2–9.
6. Zaitsev Ye.O., Antonenko A.V., Berezhnychenko V.O., Zakusylo S.A. (2022). Smart zasoby vyznachennia avariinykh staniv u rozpodilnykh elektrychnykh merezhakh mist. Tavriyskyi naukovyi visnyk. Seriia: Tekhnichni nauky, (5).
7. Tanenbaum A.S., Wetherall D.J. Computer Networks. 5-th Ed. Prentice Hall, Cloth, 2011. 960 p.
8. Bellalta B. IEEE 802.11 ax: High-efficiency WLANs. IEEE Wireless Communications. 2016. № 23(1). P. 38–46.
9. Barrachina-Munoz S., Francesc Wilhelmi, Ioannis Selinis, Boris Bellalta. Wireless Network Simulator for Next-Generation High-Density WLANs. IEEE 2019 Wireless Days (WD). 2019. P. 1–8.
10. Tkachenko O.M., Hrynkevych H.O., Perepelytsia N.L., Tsimura B.V., Yavorskyi A.O. Otsinka pratsezdatnosti kanalu zviazku. Naukovi zapysky UNDIZ. 2016. № 3(43). S. 30–36.
11. Sure P., Bhuma C. M. A survey on OFDM channel estimation techniques based on denoising strategies. Eng. Sci. Technol. Int. J. V.20. № 2, 2017. P. 629-636.
12. Sur S., Pefkianakis I., Zhang X., Kim K., Kim H. Practical MU-MIMO user selection on 802.11ac commodity networks. Proc. ACM MobiCom. 2016. P. 122-134.
13. Zhuang Y., Syed Z., Georgy J., El-Sheimy N. Autonomous smartphone-based Wi-Fi positioning system by using access points localization and crowdsourcing. Pervasive and Mobile Computing. V. 18. 2015. P. 118-136.
14. Kulkarni P., Fengming Cao Taming the densification challenge in next generation wireless LANs: An investigation into the use of dynamic sensitivity control. Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), 2015 IEEE 11th International Conference on. 2015. P. 860–867.
15. Shen Z., Bo Li, Mao Yang, Zhongjiang Yan, Xiaobo Li, Yi Jin Research and Performance Evaluation of Spatial Reuse Technology for Next Generation WLAN. International Wireless Internet Conference. 2019. P. 41–51.
16. Lei Song, Biswanath Mukherjee. On the Study of Multiple Backups and Primary-Backup Link Sharing for Dynamic Service Provisioning in Survivable WDM Mesh Networks. IEEE Journal on selected areas in Telecommunication, 2008. Vol. 26, No 6. r. 84-91.
17. Kulakov Ju.A., Kogan A.V., Hrapov V.M. Sposob konstruirovaniia trafika pri organizacii mnogoputevoj marshrutizacii. Visnik NTUU «KPI». Informatika, upravlinnja ta obchisljuval'na tehnika. Vip. 65. 2017. S. 28–33.

Рецензія/Peer review : 18.04.2023 р.

Надрукована/Printed : 11.06.2023 р.