

УДК 681.3:002.6

FEATURES OF CALCULATION OF CURRENT CHARACTERISTICS OF AN INFORMATION NETWORK

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ПОТОЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Subotin O.V. / Суботін О.В.*s.t.s ., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-6095-5840

Donbass State Engineering Academy,

Kramatorsk, Akademichna 72, 84313

Донбаська державна машинобудівна академія,

Краматорськ, Академічна 72, 84313

Novikov D.S. / Новіков Д.С.*PhD student / аспірант*

ORCID: 0009-0003-3945-0754

Donbass State Engineering Academy,

Kramatorsk, Akademichna 72, 84313

Донбаська державна машинобудівна академія,

Краматорськ, Академічна 72, 84313

Petrukhin Ya.I. / Петрухін Я.І.*PhD student / аспірант*

ORCID: 0009-0002-8208-6225

Donbass State Engineering Academy,

Kramatorsk, Akademichna 72, 84313

Донбаська державна машинобудівна академія,

Краматорськ, Академічна 72, 84313

Анотація. Розрахунок поточного навантаження на мережу та коефіцієнту використання мережі, затребуваність ширини внутрішніх та зовнішніх каналів зв'язку, щільність абонентів й інші питання надійного функціонування корпоративної мережі є актуальними. Це дозволяє зробити висновки і окреслити загальні підходи до модернізації і перебудови наявної інформаційно-телекомунікаційної системи або мережі. Як правило, подібні розрахунки передбачають попередні дослідження роботи, побудови, організації інфраструктури як мережевої, так і прикладної складової щодо виявлення певних недоліків. Якщо локальна мережа установи не здатна забезпечити достатній для коректної роботи рівень передачі даних, а канал Інтернет не в змозі задовільнити потреби у швидкості прийому/передачі інформації зовні/поза мережі, то вона потребує модернізації.

Ключові слова: локальна мережа, канал зв'язку, навантаження на мережу, трафік, ширина каналу, перепускна здатність, інформаційно-телекомунікаційна система

Abstract. Calculation of the current network load and network utilization factor, the demand for the width of internal and external communication channels, subscriber density and other issues of reliable functioning of the corporate network are relevant. This allows us to draw conclusions and outline general approaches to the modernization and reconstruction of the existing information and telecommunications system or network. As a rule, such calculations involve preliminary studies of the operation, construction, and organization of the infrastructure of both the network and application components in order to identify certain shortcomings. If the local network of the institution is not able to provide a sufficient level of data transmission for correct operation, and the Internet channel is not able to satisfy the needs for the speed of receiving/transmitting

information outside/outside the network, then it needs modernization.

Key words: local area network, communication channel, network load, traffic, channel width, throughput, information and telecommunications system

Вступ.

При проектуванні й подальшому розгортанні або удосконаленні інформаційної мережі на підприємстві, в офісі або в установі робиться розрахунок поточного навантаження на мережу та коефіцієнту використання мережі, затребуваність ширини внутрішніх та зовнішніх каналів зв'язку, щільність абонентів, тощо [1,2].

Ціллю розрахунку поточних характеристик мережі є, як правило, аналіз існуючої інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) установи на предмет відповідності її характеристик нагальним потребам функціонування [3,4,5].

Основний текст.

Для здійснення розрахунку навантаження на мережу виконують контрольні заміри трафіку у розрізі програмного забезпечення (ПЗ), результати яких представляють у вигляді таблиці. Заміри здійснюються, наприклад, з використанням внутрішньої утиліти Windows «Відомості про використання даних», «Microsoft Network Monitor» або «Моніторинг ресурсів Windows» [4].

Показник загального навантаження на локальну мережу розраховується за формулою:

$$V_{nw} = \sum V_i, \quad (1)$$

$$V_i = n_i \cdot T_i / 3600, \quad (2)$$

де V_i дорівнює навантаженню окремого ПЗ на мережу та обчислюється за формулою: $V_i = n_i \cdot T_i$ (Мб/с), де n_i – кількість вузлів (користувачів ПЗ), T_i – трафік, який генерує та споживає окреме ПЗ. Значення T_i були знайдені експериментальним шляхом та представляють у вигляді таблиці контрольних замірів разом із кількістю активних користувачів ПЗ – n_i .

Наприклад, загальне розрахункове навантаження досліджуваної мережі установи складає $V_{nw} = 25,53$ (Мб/с). Максимальна теоретична швидкість проходження пакетів між двома клієнтами мережі стандарту Fast Ethernet

100BASE-T становить 12,5 Мб/с. На практиці, досягти теоретичного максимуму в мережі, що складається з трьох і більше вузлів, неможливо. В комп'ютерній мережі неминучі колізії, циркулюють пакети різноманітної довжини, службова інформація робочої групи або домену, тощо.

Довжина кадру Fast Ethernet (тобто пакета без преамбули) має бути не менш 512 бітових інтервалів та не більшою за 12144 бітових інтервалів що є граничною величиною подвійного часу проходження в мережі Fast Ethernet. З них 18 байтів (144 біти) займає службова інформація, а розмір корисних даних може змінюватись від 46 до 1500 байт. Тобто розмір кадру передачі інформації може варіюватися від $46+18=64$ байтів до $1500+18=1518$ байтів, що тягне за собою висновок: частка корисної інформації в кадрі мінімальної довжини дорівнює $46/64=0,72$ від загального об'єму переданої інформації, а кадру максимальної довжини $1500/1518=0,99$. Тобто корисний трафік суттєво залежить від довжини кадру передачі інформації.

Довжина преамбули в пакеті може змінюватися після проходження комутаторів та маршрутизатора, тому для розрахунку буде використовуватися середнє значення – 8 байт (64 біти). Для стандарту Fast Ethernet із заявленою виробником швидкістю 100 Мбіт/с один бітовий інтервал (час передачі одного біту) дорівнює 0,01 мкс. Для передачі кадру мінімальної довжини разом із преамбулою необхідно $0,01 \cdot (512+64)=5,76$ (мкс), а кадру максимальної довжини необхідно $0,01 \cdot (12144+64)=122,08$ (мкс). Міжкадровий інтервал в мережі Fast Ethernet становить 96 бітових інтервалів (0,96 мкс). З цього виходить, що період передачі кадру мінімальної довжини буде дорівнювати $5,76+0,96=6,72$ (мкс), а кадру максимальної довжини відповідно $122,08+0,96=123,04$ (мкс).

Перепускна здатність найменших кадрів становить:

$$F_{min} = 10^6 / 6,72 = 148809 \text{ (кадрів/с).}$$

Перепускна здатність найбільших кадрів становить:

$$F_{max} = 10^6 / 123,04 = 8127 \text{ (кадрів/с).}$$

Параметри перепускної здатності мережі розраховуються як результат

передачі максимального об'єму корисної інформації кадрами найменшої та найбільшої довжини в інтервалі однієї секунди:

$$C_{min} = 46 \cdot 148809 = 6845214 \text{ байт/с} = 6,53 \text{ Мб/с},$$

$$C_{max} = 1500 \cdot 8127 = 12190500 \text{ байт/с} = 11,63 \text{ Мб/с}.$$

Середня швидкість передачі даних в мережі Fast Ethernet становить:

$$C_{avg} = (C_{min} + C_{max})/2 = 9,08 \text{ Мб/с}.$$

Коефіцієнт використання мережі:

$$P = V_{nw}/C_{avg} = 25,53/9,08 = 2,81.$$

Відповідно до залежності затримок передачі даних від коефіцієнту використання мережі, існує поріг після якого поведінка мережі істотно змінюється в гіршу сторону. Для всього сімейства Ethernet це значення полягає між 0,4 та 0,5 [1]. Отриманий в результаті розрахунку коефіцієнт V_{nw} , який перевищує одиницю, говорить про повну непрацездатність локальної мережі при використанні всіх сервісів досліджуваної мережі одночасно. Поліпшує ситуацію передача даних проміж комутаторами та між серверами за допомогою технології Gigabit Ethernet. Але послідовне з'єднання комутаторів один до одного з єдиним магістральним каналом даних на загальний пул унеможливорює нормальний процес передачі даних від найнижчих клієнтів одного пулу до найнижчих клієнтів іншого.

Щоб впевнитися у висновках розглядається процес передачі файлу на прикладі клієнта, підключеного до комутатора К3, до іншого клієнта, якого під'єднаного до комутатора К8. Маршрут можна відстежити на схемі топології мережі на рис. 1.

При умові передачі файлу (хай його об'ємом становить 1Гб) мережевий інтерфейс клієнта розпочне передачу даних кадрами найбільшої довжини на швидкості 100Мбіт/с. Припустимо, що всі порти комутаторів К3...К7 завантажено обміном даних із серверами ОАС. Комутатор К3 (D-Link DES-3200-26) має 24 порти Fast Ethernet і два магістральні порти Gigabit Ethernet, один з яких порожній, другий – приєднано до комутатора К4. Всі двадцять

чотири клієнти в цей час поділяють перепускную здатність магістрального порту (1000Мбіт/с) між собою. Тобто комутатор К3 в змозі забезпечити максимальну швидкість трансферу інформації від одного клієнта за свої межі на рівні: $1000/24 = 41,6$ Мбіт/с. Комутатор К4, приймає пакети, але, з огляду на власне навантаження, може виділити лише 50% свого магістрального каналу для транзиту даних з К3 на комутатор К5. Швидкість на другому хопі (К4) надає навпіл, та становить 20,83 Мбіт/с, на третьому (К5), відповідно – 10,41 Мбіт/с, на четвертому (К6) – 5,2 Мбіт/с, на п'ятому (К7) – 2,6 Мбіт/с, що дорівнює 325 Кб/с. Як результат, лише до маршрутизатора Р1 ланцюг комутаторів К3...К7, при ідеальних умовах, буде передавати файл об'ємом 1Гб понад 53 хвилини. Далі, на маршруті К11...К8, та за умови існуючого навантаження на ці комутатори, швидкість буде падати, а час передачі зростатиме вдвічі на кожному хопі та становитиме 0,16Мбіт/с або 20,48 Кб/с на цільовому порті К8. Тобто на передачу файлу об'ємом 1Гб, в мережі з даною топологією від комутатора К3 до К8, в ідеальних умовах проходження кадрів, знадобиться понад 14 годин, що є цілком незадовільним результатом.

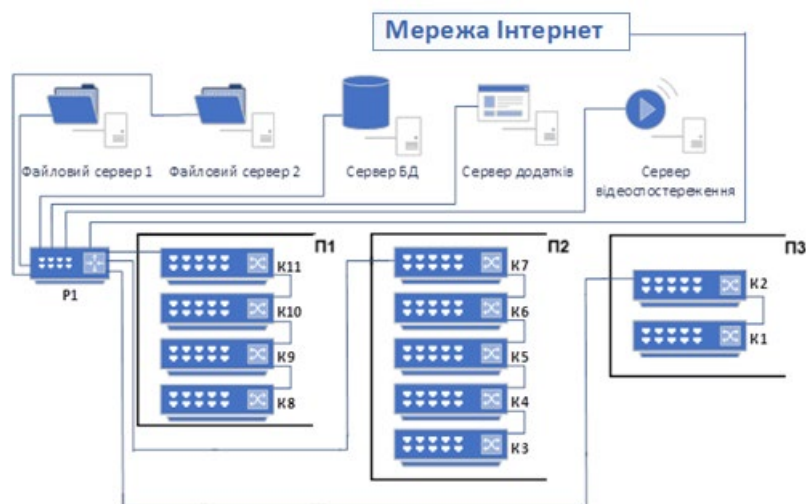


Рисунок 1 – Схемі топології досліджуваної мережі

Зовнішній Інтернет-канал фізично надходить до будівлі, де розгортається мережа, оптичним кабелем і, через медіаконвертор, єднається із маршрутизатором Р1 до порту Gigabit Ethernet. Припустимо, що гарантована максимальна швидкість каналу за договором із провайдером становить 150

Мбіт/с. Із створеної раніше таблиці контрольних замірів встановлюється, як канал має обслуговувати ресурсомісткі сервіси, а також не забуваємо про не менш вибагливий до ширини каналу сервіс електронної пошти.

Наприклад, при повному навантаженні умовні два сервіси потребують швидкість прийому/передачі даних 15,95 Мб/с. Наявне Інтернет-підключення може теоретично забезпечити швидкість каналу 18,75 Мб/с, чого буде достатньо для функціонування обох сервісів, але паралельне використання мережі Інтернет сервісом електронної пошти та іншими користувачами у власних потребах (при навантаженні більше ніж 2,8 Мб/с), буде суттєво впливати на канал в бік зменшення пріоритетного трафіку, та збільшення іншого. В результаті неможливо гарантувати повноцінне функціонування як сервісів, так і клієнтських браузерів, а також операційних систем (мається на увазі автоматичне оновлення OS Windows). Відсутність альтернативного резервного каналу Інтернет робить працездатність системи ненадійною, такою, що залежить від одного провайдера, що ставить роботу всієї установи під сумнів у разі непрацездатності існуючих каналів.

На відміну від топології, серверні, монтажні й периферійні елементи ІТС не викликають питань, мають достатні характеристики для обслуговування системи і не потребують фізичних змін. Але, маршрутизатор P1 має типові налаштування, працює як рядовий комутатор і не виконує функції керування потоками даних, хоча має достатньо потужності для обслуговування ІТС.

Окремо від проблем виявлених на каналному, мережевому і, частково, транспортному рівні слід розглянути питання організації прикладного рівня моделі OSI в установі. Далі наводяться типові елементи реалізації ІТС, що потребують модернізації.

Неможливість централізованого управління і моніторингу системи не дозволяє налагодити тривалий безперебійний робочий процес й споживає надто багато зусиль та ресурсів на підтримку працездатності ІТС.

План IP-адресації відсутній, клієнти мережі мають статичні IP-адреси, які неможливо передбачити, що може призвести (і доволі часто призводить) до

помилкової видачі адміністратором дублюючих адрес.

Паразитний трафік служб огляду мережі, який генерується кожним із членів робочої групи при активації мережевих пристроїв, зменшує швидкість трансферу даних між вузлами, що, в свою чергу, ще раз доводить негативний вплив на нижні рівні моделі OSI з боку хибно побудованих верхніх.

Антивірусний захист здійснюється на кожному окремому комп'ютері різноманітними додатками без локального серверу оновлень, що багаторазово збільшує зовнішній трафік і не передбачає централізований моніторинг загроз.

Багатофункціональні пристрої (БФП) з мережевим інтерфейсом підключено до клієнтських комп'ютерів через USB інтерфейс з наданням загального мережевого доступу всім користувачам робочої групи. Це ставить у залежність інших користувачів системи від працездатності комп'ютера з БФП, виключає централізоване керування чергою друку.

Електроживлення серверного та мережевого обладнання організовано безпосередньо від електричної мережі будівлі без використання джерел безперебійного живлення. Це гарантовано приводить до втрати інформації, яка є на стадії обробки в цей момент, а також до критичних збоїв в роботі операційних систем серверів та/або виходу з ладу серверного обладнання.

Таким чином можна зробити висновки і окреслити загальні підходи до модернізації і перебудови ІТС на прикладі розглянутої мережі [1].

Висновки.

Проведені розрахунки існуючої ІТС установи на предмет відповідності її характеристик нагальним потребам функціонування. Як правило, подібні розрахунки передбачають попередні дослідження роботи, побудови, організації інфраструктури як мережевої, так і прикладної складової щодо виявлення певних недоліків. Локальна мережа установи, яка не здатна забезпечити достатній для коректної роботи рівень передачі даних, а канал Інтернет не в змозі задовільнити потреби у швидкості прийому/передачі інформації зовні/поза межі ІТС, потребує модернізації. В таких випадках, як правило, використання робочої групи Windows на прикладному рівні моделі OSI не

надає можливості належним чином адмініструвати і підтримувати робочий стан ІТС. Система може бути вразливою і незахищеною по декількох напрямках – від загроз зовнішнього вторгнення до втрати інформації з причин неналежного функціонування внутрішніх модулів і складових.

Література:

1. Суботін О., Новіков Д. Особливості модернізації інформаційних мереж/ Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 17-18 квітня 2025 р. Одеса, Видавництво ОНТУ, 2025 р. С. 53-55. https://ontu.edu.ua/download/konfi/2025/Conference_abstract-IT-2025.pdf.

2. Амелін В.П., Суботін О.В. Особливості створення інформаційно-телекомунікаційної системи державної установи // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали XX Міжнародної науково-технічної конференції 01 - 03 вересня 2022 року / за заг. ред. В. Д. Ковальова. Краматорськ-Тернопіль: ДДМА, 2022. С. 216-217.

3. Суботін О.В., Петрухін Я.І. Особливості вибору технічних засобів інформаційної мережі. Research in Science, Technology and Economics: Collection of Scientific Papers “International Scientific Unity” with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. March 5-7, 2025. Luxembourg, Luxembourg. 68-71 p. ISBN 979-8-89704-985-1. <https://doi.org/10.70286/isu-05.03.2025>.

4. Поради (рекомендації) щодо створення КСЗІ в ІТС [Режим доступу: <https://cip.gov.ua/ua/news/poradi-rekomendaciyi-shodo-stvorennya-kszi-v-its-yaki-vikoristovuyutsya-dlya-nadannya-poslug-dostupu-do-merezhi-internet>].

5. Alexander A. Kostikov, Nikolay D. Zaitsev & Oleg V. Subotin (2021). Realisation of the double sweep method by using a Sleptsov net, International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems, 36:6, 516-534. <https://doi.org/10.1080/17445760.2021.1945054>.

Стаття відправлена: 23.06.2025

© Суботін О.В., Новіков Д.С., Петрухін Я.І.