

УДК (UDC) 000.00

**Петрушенко Данійл
Олександрович**

вчене звання, посада на мові статті
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
проспект Незалежності, 6, Харків, Україна, 61000
проспект Победы 37, Киев-56, Україна, 03056 e-mail:
xa12850385@student.karazin.ua
<https://orcid.org/0009-0004-1335-2897>

**Бикова Тетяна
Володимирівна**

к.т.н., доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
проспект Незалежності, 6, Харків, Україна, 61000
e-mail: tetiana.bykova@karazin.ua;
<https://orcid.org/0000-0003-0484-5388>

Актуальні проблеми побудови комп'ютерних мереж

Актуальність: У зв'язку зі зростаючим використанням комп'ютерів та Інтернету в сучасному світі, побудова комп'ютерних мереж є важливим завданням. Однак, існують різні проблеми, які потрібно вирішувати для побудови ефективних та безпечних мереж.

Мета: Дана стаття присвячена огляду актуальних проблем побудови комп'ютерних мереж та методів їх розв'язання.

Методи дослідження: Для написання даної статті було проведено аналіз літературних джерел та розглянуто досвід практичної роботи з побудови комп'ютерних мереж.

Результати: У результаті аналізу було виявлено, що основними проблемами побудови комп'ютерних мереж є безпека, масштабованість, відмовостійкість, ефективність та відповідність до вимог користувачів. Для їх розв'язання було розглянуто різні технології та інструменти для побудови та адміністрування мереж.

Висновки: Побудова комп'ютерних мереж є важливою задачею у сучасному світі, існує кілька проблем, які потрібно вирішувати для забезпечення ефективної та безпечної роботи мережі. Для їх розв'язання використовуються різноманітні методи, які допомагають покращити якість та надійність роботи мереж. В цій статті були розглянуті окремі проблеми побудови комп'ютерних мереж, а також приклад рішення однієї з них, а саме аналіз навантаженості мережі

Ключові слова: комп'ютерні мережі, безпека, масштабованість, відмовостійкість, ефективність, захист, шифрування, брандмауери, протоколи, алгоритми, дублювання..

Як цитувати: Петрушенко Д.О., Бикова Т.В. Актуальні проблеми побудови комп'ютерних мереж. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління.* 2023. вип. 60. С.15-26. <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2023-60-04>

How to quote: Petrusenko D., Bykova T., "Actual problems of building computer networks", *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University, series Mathematical modelling. Information technology. Automated control systems*, vol. 60, pp.15-26, 2023. <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2023-60-04> [In Ukrainian].

1 Актуальність

Актуальність даної статті полягає в тому, що зростаюче використання комп'ютерів та Інтернету в сучасному світі призводить до збільшення значення побудови ефективних та безпечних комп'ютерних мереж. Однак, на сьогоднішній день існує ряд проблем, пов'язаних з побудовою мереж, таких як безпека, масштабованість, відмовостійкість, ефективність та відповідність до вимог користувачів. Розуміння цих проблем та методів їх розв'язання може допомогти в розробці та побудові більш надійних та ефективних комп'ютерних мереж, що є важливим завданням для багатьох компаній та організацій у всіх сферах діяльності.

Додатково, розвиток технологій та збільшення кількості підключених до мереж пристроїв зумовлює появу нових викликів та проблем. Наприклад, збільшення кількості підключених пристроїв до мережі вимагає від побудованих мереж масштабованості та ефективності, а також

додаткових засобів для захисту мережі від зловмисників та шкідливого програмного забезпечення.

Крім того, існує проблема стійкості мережі до відмов, яка важливою для високо навантажених мереж, таких як мережі провайдерів інтернет-послуг. Неправильна побудова мережі може призвести до недоступності даних та послуг, що може призвести до серйозних наслідків для користувачів.

Отже, зважаючи на зростаючу важливість комп'ютерних мереж у сучасному світі, розуміння актуальних проблем та методів їх розв'язання має велике значення для розробників та користувачів мереж. Відповідність мережі до вимог користувачів, ефективність та безпека є ключовими чинниками, які слід враховувати при побудові комп'ютерних мереж.

2 Мета

Метою дослідження є аналіз актуальних проблем побудови комп'ютерних мереж, вивчення методів та технологій, що використовуються для розв'язання цих проблем, а також визначення важливості ефективної побудови мережі та її стійкості до відмов. Крім того, метою є розгляд основних чинників, які впливають на ефективність та безпеку комп'ютерних мереж, таких як масштабованість, маршрутизація, захист від зловмисників та інших загроз. Результати дослідження можуть бути корисні для розробників мереж, адміністраторів мереж та користувачів, які бажають зрозуміти, як побудувати ефективну та безпечну комп'ютерну мережу.

3 Методи дослідження

Для досягнення мети дослідження будуть використовуватися наступні методи дослідження:

1. Аналіз наукової літератури та документації, що стосується побудови комп'ютерних мереж.
2. Огляд існуючих технологій та інструментів для побудови та адміністрування мереж.
3. Вивчення технологій та методів масштабування мереж.
4. Аналіз методів маршрутизації, визначення найбільш оптимальних шляхів передачі даних.
5. Вивчення принципів захисту мереж від зловмисників та інших загроз.
6. Розгляд практичних прикладів побудови мереж та їх ефективності.

Використання цих методів дослідження дозволить отримати глибокий розуміння актуальних проблем побудови комп'ютерних мереж та знайти оптимальні шляхи їх вирішення.

4 Аналіз існуючих методів побудови комп'ютерних мереж.

Коли справа доходить до побудови комп'ютерних мереж, існує кілька існуючих методів, які зазвичай використовуються. Одним із найбільш традиційних методів є використання ієрархічної архітектури мережі, яка базується на еталонній моделі, що називається моделлю взаємодії відкритих систем (OSI) [1]. Цей метод включає в себе поділ мережі на різні рівні, кожен із яких виконує свою особливу функцію, і все ще широко використовується сьогодні. Однак цей метод має деякі обмеження, такі як негнучкість і складність масштабування [2].

Ще один метод, який набув популярності в останні роки, — хмарні мережі, які включають використання технологій хмарних обчислень для побудови та керування мережами. Цей метод базується на ідеї забезпечення зручного мережевого доступу до загального пулу обчислювальних ресурсів [3]. Хмарна мережа пропонує кілька переваг, таких як масштабованість, гнучкість і економічна ефективність, але вона також має деякі недоліки, такі як проблеми безпеки та потенційні проблеми з продуктивністю [4].

Програмно-визначена мережа (SDN) є відносно новим методом побудови комп'ютерних мереж, який привернув значну увагу в останні роки [5]. Цей метод передбачає відокремлення площини керування мережею від її площини даних, що забезпечує більш централізоване та програмоване керування мережею [6]. SDN пропонує кілька переваг, таких як підвищена гнучкість і масштабованість, але вона також має деякі проблеми, такі як потреба в спеціальних навичках і потенційні ризики безпеки [7][8]. Незважаючи на ці проблеми, SDN стає все більш популярним і, як очікується, відіграватиме значну роль у майбутньому комп'ютерних мереж.

5 Існуючі технології та інструменти для побудови та адміністрування мереж

Існує безліч технологій та інструментів для побудови та адміністрування комп'ютерних мереж. Нижче розглянемо деякі з них:

- Cisco Networking Academy: це програма, розроблена компанією Cisco, що дозволяє здобути практичні знання з побудови та адміністрування мереж. Програма пропонує онлайн-курси з побудови мереж, налаштування маршрутизаторів та комутаторів, а також курси з кібербезпеки та мережевого проектування.

- Wireshark: це безкоштовний інструмент для аналізу мережевого трафіку. Він дозволяє переглядати та аналізувати пакети, що проходять через мережу, та визначати проблеми з її роботою.

- Microsoft Azure: це хмарна платформа від Microsoft, яка дозволяє побудувати та керувати мережами в хмарі. Вона має вбудовані інструменти для моніторингу та керування мережами, а також можливість налаштування віртуальних приватних мереж.

- Docker: це інструмент для контейнеризації додатків, який дозволяє запускати та керувати додатками в різних середовищах. Цей інструмент може бути використаний для побудови та керування мережевими додатками.

- Nagios: це безкоштовний інструмент для моніторингу мереж та серверів. Він дозволяє контролювати різні параметри мережі, такі як доступність серверів, використання ресурсів та швидкість передачі даних.

Оглядаючи існуючі технології та інструменти, можна знайти оптимальний варіант для побудови та адміністрування мережі з урахуванням конкретних потреб користувачів.

6 Проблема масштабування та її вирішення

Однією з ключових проблем побудови комп'ютерних мереж є масштабування. Мережі повинні бути здатні розширюватися для забезпечення зростаючих потреб користувачів та підтримки нових функціональних вимог. Далі будуть описані найефективніші методи масштабування, які наразі використовуються у більшості сучасних комп'ютерних мережах.

6.1. Горизонтальне та вертикальне масштабування

Горизонтальне та вертикальне масштабування - це два основних методи масштабування комп'ютерних мереж.

Вертикальне масштабування означає збільшення потужності обладнання, що використовується в мережі. Це може бути досягнуто шляхом додавання нових процесорів, пам'яті, жорстких дисків або інших компонентів до існуючих серверів. Якщо ресурси на сервері вичерпані, його можна замінити більш потужним. Вертикальне масштабування є дорожчим за горизонтальне, оскільки нове обладнання зазвичай дорожче, ніж просто додавання нових серверів.

Горизонтальне масштабування передбачає збільшення кількості серверів у мережі. Це може бути досягнуто шляхом додавання нових серверів або машин до мережі, які можуть виконувати різні функції. Горизонтальне масштабування зазвичай дешевше за вертикальне, оскільки можна використовувати більш дешеві компоненти, а також через те, що можна використовувати віртуалізацію та контейнеризацію для ефективного використання ресурсів сервера.

Кожен з цих методів масштабування має свої переваги та недоліки, і вибір методу залежить від конкретних потреб мережі та обмежень бюджету.

6.2. Віртуалізація

Віртуалізація - це технологія, яка дозволяє запускати багато віртуальних комп'ютерів на одному фізичному сервері. Вона є ключовою технологією для будь-якої інфраструктури, що масштабується. Завдяки віртуалізації можна ефективно використовувати ресурси серверів, зменшити кількість фізичних серверів та спростити процеси адміністрування.

У контексті побудови комп'ютерних мереж віртуалізація може бути використана для створення віртуальних мереж з окремими віртуальними машинами, що запускаються на різних серверах. Це забезпечує більшу гнучкість в плані розгортання та управління мережами, що масштабуються.

Однією з основних переваг віртуалізації є можливість відокремлення ресурсів, що забезпечує високу рівень ізоляції та безпеки. Крім того, віртуалізація дає можливість швидко створювати та розгортати нові віртуальні машини, що робить процес розширення мережі більш простим та ефективним.

Проте, віртуалізація має свої недоліки. Вона може вплинути на продуктивність, особливо якщо використовуються віртуальні машини з високими вимогами до ресурсів. Також, віртуалізація

потребує великої кількості ресурсів на господарському сервері, що може збільшити вартість побудови та управління мережами.

6.3. Горизонтальне та вертикальне масштабування

Кластеризація - це технологія, що дозволяє об'єднувати декілька комп'ютерів в єдину систему, яка працює як один цілий. Кожен комп'ютер у кластері називається вузлом і має свою власну пам'ять та процесор. Управління вузлами здійснюється з центрального вузла, який координує роботу всієї системи.

Кластеризація дозволяє покращити продуктивність системи, забезпечити надійність та зменшити вартість. Завдяки розподіленому обчисленню та резервному копіюванню даних на кількох вузлах, кластери дозволяють збільшити швидкість обробки інформації та забезпечити безперебійну роботу системи.

6.4. Хмарні технології

Хмарні технології дозволяють користувачам використовувати обчислювальні ресурси з розподіленої мережі серверів, що дозволяє підвищити масштабіть та забезпечити високу доступність.

Хмарні технології - це технології, що дозволяють користувачам отримувати доступ до обчислювальних ресурсів, програмного забезпечення та сервісів через Інтернет. За допомогою хмарних технологій можна зберігати та обробляти дані, виконувати різні обчислювальні процеси, а також розгорнути та керувати інфраструктурою.

Однією з найбільш важливих переваг хмарних технологій є їх масштабованість та гнучкість. За потреби можна легко збільшувати або зменшувати кількість ресурсів, що використовуються, тим самим забезпечуючи оптимальне використання обчислювальної потужності. Крім того, за допомогою хмарних технологій можна забезпечити високу доступність та надійність системи, а також захист від зламів та крадіжок даних.

За допомогою хмарних технологій можна створювати та розгорнути різноманітні додатки, віртуальні машини, веб-сайти та інші ресурси, що використовуються в Інтернеті. Крім того, хмарні технології дозволяють економити на обладнанні та інфраструктурі, оскільки вони забезпечують доступ до обчислювальних ресурсів в режимі "віддаленого доступу".

6.5. Протоколи маршрутизації

Протоколи маршрутизації є важливою складовою будь-якої комп'ютерної мережі. Вони використовуються для визначення найкоротшого шляху між вузлами мережі та передачі даних від одного вузла до іншого. Деякі з найпоширеніших протоколів маршрутизації включають:

- OSPF (Open Shortest Path First) - цей протокол маршрутизації використовується для маршрутизації в мережах IP. Він визначає найкоротший шлях між джерелом та призначенням, використовуючи метрики, такі як пропускна здатність та вартість маршруту.

- BGP (Border Gateway Protocol) - цей протокол маршрутизації використовується для маршрутизації між різними автономними системами (AS). Він дозволяє визначати найкоротший шлях між AS та встановлювати маршрути між ними.

- RIP (Routing Information Protocol) - цей протокол маршрутизації використовується для маршрутизації в невеликих мережах. Він використовує відстань як метрику та може підтримувати до 15 маршрутів.

- EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) - цей протокол маршрутизації використовується для маршрутизації в мережах IP. Він використовує кілька метрик, таких як пропускна здатність та затримка, для визначення найкоротшого шляху між джерелом та призначенням.

7. Принципи захисту мереж від зловмисників та інших загроз

Захист комп'ютерних мереж від зловмисників та інших загроз є критично важливим аспектом сучасної комп'ютерної техніки. Існують фундаментальні принципи, які повинні бути реалізовані для забезпечення безпеки комп'ютерних мереж. Одним із таких принципів є впровадження надійних політик паролів і процедур аутентифікації. Це передбачає встановлення надійних паролів, які важко вгадати, і впровадження багатofакторної аутентифікації, щоб гарантувати, що

лише авторизовані користувачі можуть отримати доступ до мережі [9]. Впроваджуючи ці заходи, ризик несанкціонованого доступу до мережі значно знижується, а мережа стає краще захищеною.

Регулярне оновлення та виправлення програмного та апаратного забезпечення є ще одним важливим принципом захисту комп'ютерних мереж. Це передбачає підтримку всього програмного та апаратного забезпечення в актуальному стані за допомогою останніх виправлень безпеки та оновлень, щоб гарантувати оперативне усунення будь-яких вразливостей [10]. Відмова від оновлення та виправлення програмного та апаратного забезпечення може зробити мережу відкритою для атак зловмисників та інших зловмисників [11]. Завдяки регулярному оновленню та виправленню програмного та апаратного забезпечення мережа краще захищена від відомих вразливостей і загроз.

Проведення регулярних перевірок безпеки та оцінки ризиків також є важливими для захисту комп'ютерних мереж. Це включає в себе регулярний перегляд заходів безпеки на місці та виявлення будь-яких потенційних вразливостей або слабких місць у мережі [12]. Проводячи регулярні аудити безпеки та оцінки ризиків, організації можуть проактивно виявляти потенційні загрози безпеці та вживати заходів для їх пом'якшення, перш ніж їх можна буде використовувати [13]. Відмова від проведення регулярних перевірок безпеки та оцінки ризиків може зробити мережу вразливою до атак та інших загроз безпеці [14]. Дотримуючись цих фундаментальних принципів, організації можуть краще захистити свої комп'ютерні мережі від зловмисників та інших загроз і забезпечити безпеку своїх даних і систем [15][16].

7.1 Сформульовані принципи захисту

Нижче зазначені загальні рекомендації, яких потрібно притримуватись при побудові та налаштуванні комп'ютерної мережі:

- Аутентифікація і авторизація: Користувачі повинні проходити процедуру аутентифікації для входу в мережу, і їхні дії повинні бути авторизовані на основі рівня доступу.
- Шифрування даних: Шифрування може бути застосовано для захисту конфіденційної інформації в мережі від несанкціонованого доступу.
- Встановлення мережевої політики: Мережева політика повинна бути встановлена для контролю доступу до мережі, а також для визначення правил використання мережевих ресурсів.
- Захист від вірусів і шкідливих програм: Мережа повинна бути захищена від вірусів і шкідливих програм, що можуть вбудовуватися в мережу через інтернет, електронну пошту або зовнішні носії даних.
- Система виявлення інтрузій: Система виявлення інтрузій повинна бути встановлена, щоб виявляти будь-які ненормальні активності в мережі, які можуть вказувати на потенційну загрозу.
- Захист від DoS атак: Захист від атак DoS (атак, що спрямовані на перевантаження мережі або окремих комп'ютерів) повинен бути встановлений, щоб запобігти перериванням роботи мережі.
- Резервне копіювання і відновлення: Резервне копіювання даних в мережі повинно бути встановлено, щоб запобігти втраті даних в разі виникнення проблем.
- Навчання користувачів: Навчання повинно включати основні принципи безпеки мережі, які включають в себе створення надійних паролів, уникнення підозрілих електронних листів та посилань, використання антивірусного програмного забезпечення та відмова від відкритих мереж Wi-Fi. Крім того, користувачі повинні знати про найновіші загрози та техніки атак, щоб бути готовими до них.

8 Аналіз навантаженості мережі

Аналіз навантаженості системи - це процес вимірювання та оцінки продуктивності та ефективності системи в умовах збільшення обсягу роботи, зростання кількості користувачів або інших факторів, що можуть вплинути на її функціонування. Цей аналіз може допомогти виявити проблеми та відшукати методи їх вирішення. Цей етап є дуже важливою задачею при побудові комп'ютерної мережі.

8.1 Практичний приклад аналізу навантаженості мережі

Для того, щоб побачити, як на практиці проводиться аналіз мережі, розглянемо комп'ютерну мережу офісної багатоповерхової будівлі, яка має 5 поверхів, де 1-4 це офісні приміщення, а на 5-му знаходяться технічні приміщення.

Комп'ютери на кожному поверсі зібрані в окремі VLAN. Маршрутизатором виступає Cisco 1841. Комутатор ядра Cisco 3650. На кожному поверсі розміщені комутатори доступу Cisco

Catalist 2960. Бездротову мережу роздають точки доступу Cisco 3702I. Маршрутизатор роздає на кожен поверх різні підмережі:

Таблиця 1.1 Список підмереж

Поверхи	VLAN	IP-адреси
1 поверх	vlan 10	192.168.10.0/24(динамічні адреси)
2 поверх	vlan 20	192.168.20.0/24(динамічні адреси)
3 поверх	vlan 30	192.168.30.0/24(динамічні адреси)
4 поверх	vlan 40	192.168.40.0/24(динамічні адреси)

Підмережа для керування мережевими пристроями vlan 50, 192.168.50.0/24 (статичні адреси). Підмережа для керування точками доступу та контроллером wifi vlan 14, 192.168.14.0/24(динамічні адреси). Підмережа офісного wifi vlan 15, 192.168.15.0/24(динамічні адреси). Підмережа гостьового wifi vlan 16, 192.168.16.0/24(динамічні адреси).

Визначившись з параметрами мережі, ми можемо перейти до її побудови. Для цього використовуємо кросплатформний інструмент візуального моделювання Cisco Packet Tracer. Результат побудови мережі можете побачити на наступній ілюстрації:

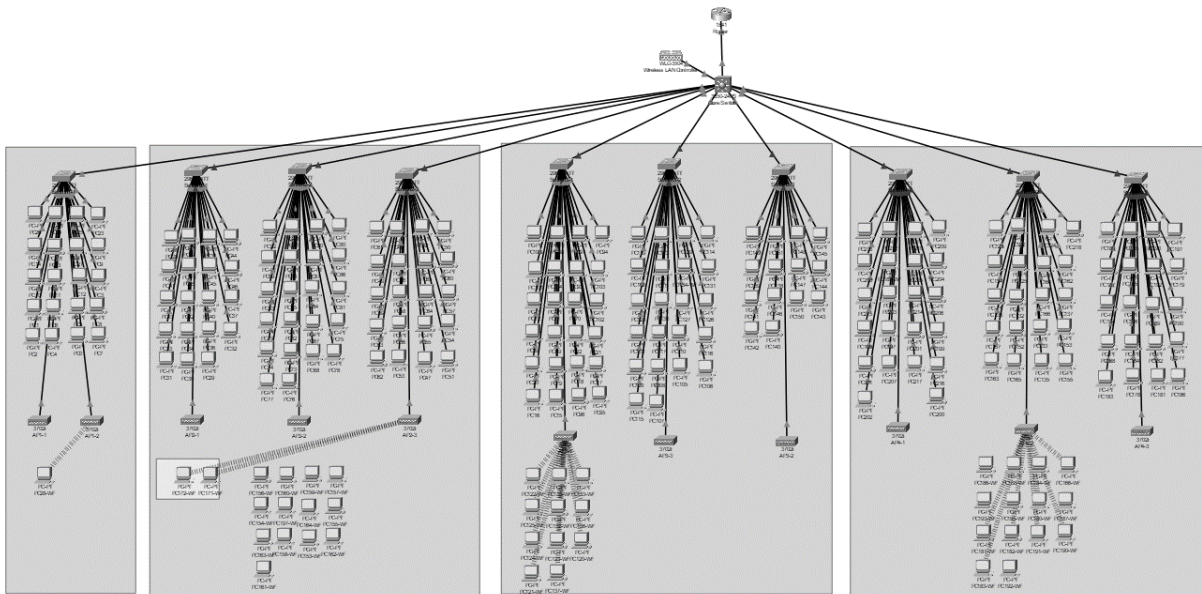


Рис. 1.1 Комп'ютерна мережа офісної будівлі

Після опису мережі, з якої будемо працювати в даній роботі перейдемо безпосередньо до аналізу її можливої навантаженості та проведемо модельні експерименти. Спочатку потрібно переконатись у правильності з'єднання вузлів в одному VLAN та перевірити їх доступність. Для цього скористаємось командою ping. Перевіримо для прикладу з'єднання між PC199 та PC217, результат перевірки позитивний:

```

PC199
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.40.1

Pinging 192.168.40.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.40.1: bytes=32 time=12ms TTL=255
Reply from 192.168.40.1: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 192.168.40.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.40.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.40.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 12ms, Average = 3ms
C:\>

```

Рис. 1.2 Результати експеримента

Наступним кроком проведемо схожий експеримент, але з більшою кількістю пакетів. Для цього я використовую вбудовану утиліту Traffic Generator, вкажемо розмір пакета – 1000 байт, а далі будемо збільшувати з кожним кроком на 1000, поки пакет не досягне максимального розміру, який дорівнює 1000 байт. Вікно налаштувань проілюстровано на рисунку 1.3:

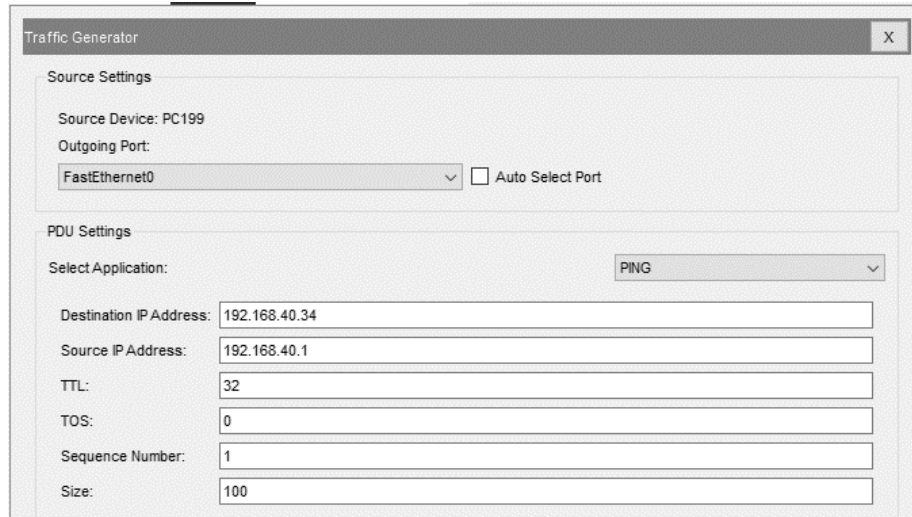


Рис.1.3 Утиліта Packet Tracer

Отримані результати ви можете побачити в таблиці:

Таблиця 1.1 Список підмереж

Номер експерименту	Розмір пакетів, байт	Пакетів втрачено всього, шт
1	1000	0
2	2000	0
3	3000	0
4	4000	0
5	5000	1
6	6000	1
7	7000	1
8	8000	1
9	9000	2
10	10000	2
11	11000	2
Номер експерименту	Розмір пакетів	Пакетів втрачено всього, шт
12	12000	3
13	13000	3
14	14000	4
15	15000	5

Отримані результати кажуть нам про те, що при максимальних навантаженнях ми отримуємо відмови, а саме при розмірі пакету від 14000 відмови були під час всіх експериментів

8.1 Вирішення проблеми навантаженості мережі

Існує кілька способів вирішення проблеми навантаженості мережі, зокрема:

- Підвищення пропускної здатності мережі: це можна зробити шляхом встановлення нових комутаторів, маршрутизаторів та іншого мережевого обладнання з вищою швидкістю передачі даних.

- Використання технологій компресії даних: це дозволяє зменшити розмір передаваних даних, що зменшує навантаження на мережу.

- Розширення мережі: це можна зробити шляхом додавання нових вузлів до мережі або підключення до мережі додаткових мережевих ресурсів, таких як хмарні ресурси.

- Оптимізація мережевого трафіку: це включає в себе використання різних технологій, таких як кешування, балансування навантаження та використання різних протоколів маршрутизації для зменшення навантаження на мережу.

- Обмеження доступу до мережі: це можна зробити шляхом встановлення обмежень на швидкість передачі даних для окремих користувачів або груп користувачів.

- Оптимізація даних: це включає в себе зменшення обсягу даних, які передаються по мережі, за допомогою різних методів, таких як стиснення даних, оптимізація протоколів та використання бінарних форматів даних.

- Використання мережевих протоколів, що підтримують QoS (Quality of Service): це дозволяє встановлювати пріоритети для різних видів даних, що передаються по мережі, і забезпечувати високу якість обслуговування для важливих даних.

9 Підсумовування проблем побудови комп'ютерних мереж

Під час дослідження проблеми побудови комп'ютерних мереж було оглянуто та проаналізовано існуючі методи та технології побудови та адміністрування комп'ютерних мереж, варіанти масштабування, захисту мереж від зловмисників та інших загроз та виявлення варіантів вирішення цих проблем і їх особливості (переваги та недоліки).

Також була розглянута проблема навантаженості комп'ютерної мережі, використовуючи практичний приклад, а також наведені варіанти вирішення цієї проблеми

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. СЕРГІЄНКО О. М. Навчально-методичний посібник. Київ: ЕНМП, 2020. 415 с. <https://kppk.com.ua/ELLIB/ebook/Segrienko/KM/page6.html>
2. Тарантін А. О. АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА. Харків: ХНУРЕ, 2019. 90 с. <https://openarchive.nure.ua/bitstreams/639aa5aa-119b-4419-a4fd-ba64b2b5cf33/download>
3. ВАКАЛЮК Т.А. Хмарні технології в освіті. Житомир: ЖДУ імені Івана Франка 2016, 72 с. https://lib.iitta.gov.ua/706333/1/%D0%9F%D0%BE%D1%81_%D0%A5%D0%A2%D0%9E.PDF
4. Коваленко А. А. Моделі та методи синтезу і реконфігурації архітектур комп'ютерних систем і мереж об'єктів критичного застосування. Харків: Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т", 2018. – 40 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/37686>
5. БЕРКМАН Л.Н. ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНІ МЕРЕЖІ, 2014, 154 с. <http://con.dut.edu.ua/index.php/communication/article/view/1152/1087>
6. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : Учебник для вузов. Питер: 5-е изд. СПб, 2016. 992 с. [http://www.its.kpi.ua/itm/lgloba/Lists/publications/Attachments/15/\(11\)--TUD_IBIS_Shill_Globa_NTUU_KPI_camera_ready.pdf](http://www.its.kpi.ua/itm/lgloba/Lists/publications/Attachments/15/(11)--TUD_IBIS_Shill_Globa_NTUU_KPI_camera_ready.pdf)
7. Лосев Ю. І., Руккас К. М., Шматков С. І. Комп'ютерні мережі: навч. посіб. / за редакцією Ю. І. Лосева. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. 248 с. <https://www.springer.com/gp/book/9783642031205>
8. Стеценко І.В. Моделювання систем: навч. посіб. Черкаси: ЧДТУ, 2010. 399 с. <https://www.springer.com/gp/book/9783642031205>
9. . Амато В. Основы организации сетей Cisco : в 2 кн. / Амато В. – М. : Вильямс, 2002. – 512 с. – Кн. 1
10. Амато В. Основы организации сетей Cisco : в 2 кн. / Амато В. – М. : Вильямс, 2002. – 464 с.
11. Сейдаметова З. С. Облачные сервисы в образовании – 2011. – №9. – С. 75–141.
12. З. С. Сейдаметова, С. Н. Сейтвелиева Информационные технологии в образовании. – 2011. – №9. – С. 105–111.
13. Сейдаметова З. С. Облачные технологии и образование / Сейдаметова З. С., Абляимова Э. И., Меджитова Л. М., Сейтвелиева С. Н., Темненко В. А. [под общ. ред. З. С. Сейдаметовой]. – Симферополь: "ДИАЙПИ", 2012. – 204 с.

14. Семеріков С. О. Хмарні технології навчання: витоки / О. М. Маркова, С. О. Семеріков, А. М. Стрюк // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – №2 (46). – С. 29-44. – Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1234/916#.VfFO4NLtmko>.
15. Стрюк А. М. Система хмаро орієнтованих засобів навчання як елемент інформаційного освітньо-наукового середовища ВНЗ [Електронний ресурс]
16. /А. М. Стрюк, М. В. Рассовицька // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – №4 (42). – С. 150-158. – Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1087/829>.

REFERENCES

1. SERHIENKO O. M. Educational and methodological manual. Kyiv: ENMP, 2020. 415 p. <https://kppk.com.ua/ELLIB/ebook/Segrienko/KM/page6.html>
2. Tarantin A. O. ASSESSMENT WORK. Kharkiv: Khnure, 2019. 90 p. <https://openarchive.nure.ua/bitstreams/639aa5aa-119b-4419-a4fd-ba64b2b5cf33/download>
3. VAKALYUK T.A. Cloud technologies in education. Zhytomyr: Ivan Franko State University, 2016, 72 p. https://lib.iitta.gov.ua/706333/1/%D0%9F%D0%BE%D1%81_%D0%A5%D0%A2%D0%9E.PDF
4. Kovalenko A. A. Models and methods of synthesis and reconfiguration of architectures of computer systems and networks of critical application objects. Kharkiv: National technical Kharkiv Polytechnic University, 2018. – 40 p. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/37686>
5. Berkman L.N. SOFTWARE-CONFIGURED NETWORKS, 2014, 154 p. <http://con.dut.edu.ua/index.php/communication/article/view/1152/1087>
6. Olifer V., Olifer N. Computer networks. Principles, technologies, protocols: A textbook for universities. Peter: 5th ed. St. Petersburg, 2016. 992 p. [http://www.its.kpi.ua/itm/lgloba/Lists/publications/Attachments/15/\(11\)--TUD_IBIS_Shil_Globa_NTUU_KPI_camera_ready.pdf](http://www.its.kpi.ua/itm/lgloba/Lists/publications/Attachments/15/(11)--TUD_IBIS_Shil_Globa_NTUU_KPI_camera_ready.pdf)
7. Losev Yu. I., Rukkas K. M., Shmatkov S. I. Computer networks: training. manual / edited by Yu. I. Losev. Kharkiv: V.N. Karazin KhNU, 2013. 248 p. <https://www.springer.com/gp/book/9783642031205>
8. Stetsenko I.V. Modeling of systems: training. manual Cherkasy: ChDTU, 2010. 399 p. <https://www.springer.com/gp/book/9783642031205>
9. . Amato V. Fundamentals of Cisco network organization: in 2 books. / Amato V. – М.: Vyliamc, 2002. – 512 p. - Kn. 1
10. Amato V. Fundamentals of Cisco network organization: in 2 books. / Amato V. – М.: Vyliamc, 2002. – 464 p.
11. Seydametova Z. S. Cloud services in education - 2011. - No. 9. – P. 75–141.
12. Z. S. Seydametova, S. N. Seitvelyeva Information technologies in education. – 2011. – No. 9. – pp. 105–111.
13. Seydametova Z. S. Cloud technologies and education / Seydametova Z. S., Ablyalymova E. I., Medzhitova L.M., Seitvelyeva S.N., Temnenko V.A. ed. Z. S. Seydametova]. – Simferopol: "DIAIPY", 2012. – 204 p.
14. Semerikov S. O. Cloud learning technologies: origins / О. М. Маркова, С. О. Семеріков, А. М. Стрюк // Information technologies and means of education. – 2015. – No. 2 (46). - P. 29-44. – Log access mode. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1234/916#.VfFO4NLtmko>.
15. A. M. Striuk. The system of cloud-based learning tools as an element of the informational educational and scientific environment of universities [Electronic resource]
16. /AND. M. Striuk, M. V. Rassovytska // Information technologies and teaching tools. – 2014. – No. 4 (42). – P. 150-158. – Log access mode. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1087/829>.

**Petrushenko
Danil**

student

V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine;

Bykova Tetiana

*Associate Professor of the Department of Theoretical and Applied System Engineering,
V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine;*

Actual problems of building computer networks

Relevance: In connection with the growing use of computers and the Internet in the modern world, the construction of computer networks is an important task. However, there are various challenges that need to be addressed in order to build efficient and secure networks.

Purpose: This article is devoted to an overview of current problems of building computer networks and methods of their solution.

Research methods: To write this article, an analysis of literary sources was carried out and the experience of practical work in building computer networks was considered.

Results: As a result of the analysis, it was found that the main problems of building computer networks are security, scalability, fault tolerance, efficiency and compliance with user requirements. To solve them, various technologies and tools for building and administering networks were considered.

Conclusions: Building computer networks is an important task in today's world, there are several problems that need to be solved to ensure efficient and secure network operation. Various methods are used to solve them, which help to improve the quality and reliability of networks. This article considered individual problems of building computer networks, as well as an example of a solution to one of them, namely, network load analysis

Keywords: computer networks, security, scalability, fault tolerance, efficiency, protection, encryption, firewalls, protocols, algorithms, duplication.

Keywords: *computer networks, security, scalability, fault tolerance, efficiency, protection, encryption, firewalls, protocols, algorithms, duplication..*

Надійшла у першій редакції 01.11.2023, в останній – 02.12.2023.

The first version has been received on 01.11.2023, the final version – on 02.12.2023.