

АНАЛІЗ КІЛЬКОСТІ СЛУЖБОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ OSPFV2 І OSPFV3

В даній роботі проведено аналітичний аналіз кількості службової інформації протоколів маршрутизації OSPFv2 і OSPFv3 при роботі в ідентичних умовах. Також приведено порівняння заголовків даних протоколів, враховуючи зміни при переході від мереж IPv4 до IPv6.

Максимов В.В., Кравченко Д.А. Анализ количества служебной информации протоколов маршрутизации OSPFv2 и OSPFv3. В данной работе проведен аналитический анализ количества служебной информации протоколов маршрутизации OSPFv2 и OSPFv3 при работе в идентичных условиях. Также представлено сравнение заголовков данных протоколов, с учетом изменений при переходе от сетей IPv4 к сетям IPv6.

V. Maksimov, D. Kravchenko Comparison of signaling information for routing protocols OSPFv2 and OSPFv3 relying on aspect of switching to IPv6. In this work, you can find out analytical analysis of signaling information for the routing protocols OSPFv2 and OSPFv3 in the identical terms. In addition, there is comprehensive comparison of headers relying on the turnover from IPv4 to IPv6.

Ключові слова: маршрутизація, OSPFv2, OSPFv3, службова інформація.

Вступ. Відомо, що простір IPv4 вже вичерпано і багатьом організаціям та установам необхідно буде виконати перехід на IPv6. Традиційні протоколи маршрутизації IPv4 мають бути замінені на сумісні з IPv6 протоколи [1]. Розуміння цих змін важливе при виборі протоколу маршрутизації.

Одним з найпоширеніших протоколів маршрутизації є протокол Open Shortest Path First (OSPF), розроблений IETF в 1988 році. Це відкритий протокол маршрутизації, базується на алгоритмі пошуку найкоротшого шляху (застосовується алгоритм Дейкстри) і являє собою протокол внутрішнього шлюзу (Interior Gateway Protocol – IGP), який поширює інформацію про доступні маршрути між маршрутизаторами однієї автономної системи [2]. Існують дві версії протоколу: версія OSPFv2 для мереж IPv4, представлена в RFC 2328 у 1998 р. [3], та версія OSPFv3 для мереж IPv6, представлена в RFC 5340 у 2008 р. [4].

В багатьох роботах, наприклад, [5,6] розглядаються питання реалізації мереж з використанням протоколів OSPFv2 і OSPFv3. Окрім питань побудови мереж важливим є питання розрахунку службової інформації з метою виявлення важелів її зменшення. Так в [7] проведено аналіз кількості службової інформації протоколу OSPFv2 та наводяться аналітичні залежності за якими її можна розрахувати.

Метою даної роботи є підкреслення основних відмінних та подібних рис між протоколами маршрутизації OSPFv2 та OSPFv3, формування аналітичних виразів кількості службової інформації для протоколу OSPFv3 та дослідне підтвердження, порівняння з аналогічними виразами для протоколу OSPFv2 при використанні обох версій протоколів в однакових структурах мереж.

Порівняння структури пакетів протоколів OSPFv2 і OSPFv3

Для розробки аналітичних залежностей підрахунку службової інформації необхідно знати, які бази даних використовуються для її передачі. Як показано в [3,4] в маршрутизаторі OSPF підтримуються три бази даних: суміжності, станів каналів та пересилки (таблиця маршрутизації). Для оновлення баз даних маршрутизатори, що безпосередньо з'єднані один із одним, обмінюються службовою інформацією. Один тип службових повідомлень розсилається періодично, інші – при виявленні змін в мережі. Кількість службової інформації, що надсилається періодично можливо визначити в байтах за секунду, кількість неперіодичної службової інформації – в байтах. В протоколах OSPFv2 і OSPFv3 застосовуються наступні типи пакетів: Hello, Database Description (DD), Link State Request

(LSR), Link State Update (LSU), Link State Acknowledgment (LSAck), кожен з яких починається відповідним заголовком.

Проведемо порівняння структури п'яти типів пакетів для протоколів OSPFv2 і OSPFv3.

Заголовки пакетів

Довжина заголовка пакету OSPFv2 згідно [7] складає:

$$l_{ospfv2header} = 24 \text{ [байти]}.$$

Структура заголовка пакета OSPFv3 має вигляд:

$$l_{ospfv3header} = l_{version} + l_{type} + l_{packetlength} + l_{routerID} + l_{areaID} + l_{checksum} + l_{instanceID} + l_{reserved},$$

де $l_{version} = 1$ [байт], $l_{type} = 1$ [байт], $l_{packetlength} = 2$ [байти], $l_{routerID} = 4$ [байти], $l_{areaID} = 4$ [байти], $l_{checksum} = 2$ [байти], $l_{instanceID} = 1$ [байт], $l_{Areserved} = 1$ [байт].

З урахуванням числових даних довжина заголовка пакета OSPFv3 складає

$$l_{ospfv3header} = 16 \text{ [байт]}.$$

Пакети взаємодії

Пакет Hello. Відправляється через регулярні інтервали часу для встановлення і підтримки сусідських взаємин. На всіх маршрутизаторах, приєднаних до мережі, повинні бути узгоджені ключові параметри пакетів цього типу: маски мережі, таймер відправлення пакету (hello interval) і періоди обриву контакту (router dead interval). Ці та інші параметри входять до складу пакету Hello [3,4].

Для OSPFv2 довжина пакету Hello згідно [7] складає:

$$l_{OSPFv2Hello} = l_{ospfv2header} + 20 + n_c \cdot l_{neighbourID} = 44 + 4n_c, \text{ [байт]}. \quad (1)$$

Для OSPFv3:

$$l_{OSPFv3Hello} = l_{ospfv3header} + l_{InterfaceID} + l_{priority} + l_{options} + l_{hello-interval} + l_{dead-interval} + l_{DRID} + l_{BDRID} + n_c \cdot l_{neighbourID}$$

де: $l_{InterfaceID} = 4$ [байти], $l_{priority} = 1$ [байт], $l_{options} = 3$ [байти], $l_{hello-interval} = 2$ [байти], $l_{dead-interval} = 2$ [байти], $l_{DRID} = 4$ [байти], $l_{BDRID} = 4$ [байти], $l_{neighbourID} = 4$ [байти], n_c – кількість маршрутизаторів сусідів.

Отже:

$$l_{OSPFv3Hello} = l_{ospfv3header} + 20 + n_c \cdot l_{neighbourID} = 36 + 4n_c, \text{ [байт]}. \quad (2)$$

У випадку з пакетом hello для OSPFv3, не присутнє поле „Маска мережі” тому що IPv6 не має потреби в ньому, і наявне поле „Ідентифікатор інтерфейсу”, яке унікально ідентифікує його поміж усіх інтерфейсів маршрутизатора. Всі інші типи полів присутні у двох типах повідомлень. Але поле „Опції” збільшилось до 24 біт, а поле „Router dead інтервал” зменшилось з 32 біт до 16 біт. Впливом останньої зміни стало те, що теоретичний максимум інтервалу „Router Dead” зменшився з 4.3 мільярдів секунд до 65535 секунд, ця зміна не має суттєвого впливу на роботу протоколу [6].

Визначимо періодичність його відправлення. Параметром, що визначає дану періодичність є hello-інтервал – проміжок часу, через який відправляються пакети hello. Зменшення даного інтервалу призводить до прискорення роботи протоколу маршрутизації, проте, збільшує кількість службової інформації. Нехай, як і в [7], два маршрутизатори $N = 2$ зв'язані спільною мережею. В такому разі, кожен з них має по одному сусіду. Маршрутизатори, що під'єднані до тих, що розглядаються через інші мережі до переліку сусідів в даному разі не відносяться. Кожен з маршрутизаторів буде відправляти в мережу hello пакет всім маршрутизаторам $l_{OSPFv3Hello} = 36 + 4n_c$ [байт], де кількість сусідів $n_c = N - 1 = 2 - 1 = 1$, через інтервал t_{hello} . Також, слід врахувати заголовок IP пакету l_{IP} та заголовок протоколу каналного рівня $l_{кан}$, наприклад Ethernet.

Отже, швидкість передавання службової інформації за hello-інтервал в загальному вигляді, для OSPFv2 та OSPFv3 становить :

$$C_{helloOSPF} = N \cdot \frac{l_{OSPFHello} + l_{IP} + l_{кан}}{t_{hello}}, \left[\frac{\text{байт}}{c} \right]. \quad (3)$$

де N – кількість маршрутизаторів у спільній мережі IP, $l_{IPv4} = 24$ [байт], $l_{IPv6} = 40$ [байт] та $l_{кан} = 14$ байт в разі, якщо використовується Ethernet.

При підстановці в (3) $l_{OSPFv2Hello}$, l_{IPv4} та $l_{кан}$, отримуємо [7]:

$$C_{helloOSPFv2} = N \cdot \frac{78+4 \cdot (N-1)}{t_{hello}}, \left[\frac{\text{байт}}{\text{с}} \right]. \quad (4)$$

При підстановці в (3) $l_{OSPFv3Hello}$, визначене в (2), а також l_{IPv6} та $l_{кан}$, отримуємо:

$$C_{helloOSPFv3} = N \cdot \frac{90+4 \cdot (N-1)}{t_{hello}}, \left[\frac{\text{байт}}{\text{с}} \right]. \quad (5)$$

Пакет Database Description. Пакети описують вміст бази даних про топологію мережі маршрутизаторів. Обмін цими пакетами проводиться при ініціалізації суміжних маршрутизаторів. При описі бази даних може використовуватися кілька пакетів даного типу. Для обробки таких пакетів використовується процедура „переклички” (poll-response), в якій один з маршрутизаторів визначається як ведучий (master), а інший як ведений (slave). Відповідно, ведучий маршрутизатор відправляє ці пакети, а ведений повинен відповідати за їх отримання [6].

Для OSPFv2 довжина пакету опису бази даних DD має наступний вигляд [7]:

$$l_{DDv2} = 32 + 20(N_m + L), \text{ [байт]}. \quad (6)$$

Для OSPFv3 структура пакету опису бази даних DD має наступний вигляд:

$l_{DDv3} = l_{ospfv3header} + l_{reserved} + l_{options} + l_{intMTU} + l_{flags} + l_{adSN} + (N_m + L) \cdot l_{LSAheader}$
де: $l_{intMTU} = 2$ [байти], $l_{options} = 3$ [байт], $l_{reserved} = 2$ [байт], $l_{flags} = 1$ [байт]
 $l_{adSN} = 4$ [байти], $l_{LSAheader} = 20$ [байт], N_m – кількість маршрутизаторів у сегменті мережі, що описується, L – кількість транзитних IP-мереж в сегменті, що описується. Транзитною мережею вважається мережа, в якій існує два або більше маршрутизаторів. Отже довжина пакету опису бази даних DD для OSPFv3 визначиться як:

$$l_{DDv3} = 28 + 20(N_m + L), \text{ [байт]}. \quad (7)$$

Відмінність між пакетами Database Description для різних версій протоколу полягає лише в збільшенні кількості байт, які відводяться на поле „Опції”.

Пакет Link-State Request. Запит про стан каналу. Обмін цими пакетами проводиться після того, як який-небудь маршрутизатор виявляє, наприклад, шляхом звірки інформації із пакетів опису бази даних, що частина його топологічної бази даних застаріла [5].

Для OSPFv2 довжина пакету запиту про стан каналу LSR має наступний вигляд [7]

$$l_{LSROSPFv2} = 24 + 12(N_m + L), \text{ [байт]}. \quad (8)$$

Структура пакету LSR для OSPFv3:

$l_{LSRv3} = l_{headerOSPFv3} + (N_m + L) \cdot (l_{LStype} + l_{LSid} + l_{ADVrouter})$,
де: $l_{LStype} = 4$ [байти], $l_{LSid} = 4$ [байти], $l_{ADVrouter} = 4$ [байти].

Таким чином довжина пакету LSR для OSPFv3:

$$l_{LSROSPFv3} = 16 + 12(N_m + L), \text{ [байт]}. \quad (9)$$

При умові, що маршрутизатору не відомо про базу інших маршрутизаторів, запит буде надіслано на всі повідомлення про стани каналів.

Пакет Link-State Update. Пакети коригування стану каналу – відповідь на пакети запиту про стан каналу. Ці пакети використовуються для регулярного тиражування LSA. В один пакет можуть бути включені кілька повідомлень LSA. Саме в повідомленнях LSA знаходиться уся інформація про канали мережі.

Пакет оновлення повідомлень про стан каналів LSU передає в собі повідомлення LSA і для протоколу OSPFv2 має структуру [7]:

$$l_{LSUV2} = l_{ospfv2header} + l_{LSAcount} + \sum_{i=1}^{N_m} l_{LSAv2-1i} + \sum_{j=1}^L l_{LSAv2-2j},$$

де $l_{LSAcount} = 4$ [байт], $l_{LSAv2-1}$ та $l_{LSAv2-2}$ – довжини повідомлень про стан каналів, відповідно першого та другого типу. Підставивши числові значення отримаємо [7]:

$$l_{LSUV2} = 28 + \sum_{i=1}^{N_m} l_{LSAv2-1i} + \sum_{j=1}^L l_{LSAv2-2j}, \text{ [байт]}. \quad (10)$$

Структура пакету LSU для OSPFv3 може бути записана як:

$$l_{LSUV3} = l_{ospfv3header} + l_{LSAcount} + \sum_{i=1}^{N_m} l_{LSAv3-1i} + \sum_{j=1}^L l_{LSAv3-2j}.$$

де $l_{LSAcount} = 4$ [байт], $l_{LSAv3-1}$ та $l_{LSAv3-2}$ – довжини повідомлень про стан каналів, відповідно першого та другого типу. Підставивши числові значення отримаємо:

$$l_{LSUV3} = 20 + \sum_{i=1}^{N_m} l_{LSAv3-1i} + \sum_{j=1}^L l_{LSAv3-2j}, \text{ [байт]}. \quad (11)$$

В широкомовній мережі, маршрутизатори якої знаходяться в одній зоні, застосовуються повідомлення LSA 1го (Router-LSA) та 2го (Network-LSA) типу.

Повідомлення LSA першого типу для OSPFv2 включає в себе заголовок протоколу OSPF, число повідомлень LSA, що описуються, та самі повідомлення LSA. Довжина повідомлення LSA першого типу для OSPFv2 знаходиться як [7]:

$$l_{LSAv2-1} = 24 + 12n_{chanal}, \text{ [байт]}. \quad (12)$$

Структура повідомлення LSA першого типу для OSPFv3 може бути записана як:

$$l_{LSAv3-1} = l_{LSAage} + l_{LSAtype} + l_{LSAid} + l_{routerID} + l_{LSAnumber} + l_{checksum} + l_{length} + l_{flags} + l_{options} + n_{networks} \cdot (l_{type} + l_{reserved} + l_{metrics} + l_{InterfaceID} + l_{NeighIntID} + l_{NeighRouterID}),$$

де: $l_{LSAage} = 2$ [байти], $l_{LSAtype} = 2$ [байт], $l_{LSAid} = 4$ [байти], $l_{routerID} = 4$ [байти], $l_{LSAnumber} = 4$ [байти], $l_{checksum} = 2$ [байти], $l_{length} = 2$ [байти], $l_{flags} = 1$ [байт], $l_{options} = 3$ [байти], n_{chanal} – кількість інтерфейсів маршрутизатора, $l_{type} = 1$ [байт], $l_{reserved} = 1$ [байт], $l_{metrics} = 2$ [байта], $l_{InterfaceID} = 4$ [байта], $l_{NeighIntID} = 4$ [байти], $l_{NeighRouterID} = 4$ [байти].

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$l_{LSAv3-1} = 24 + 16n_{chanal}, \text{ [байт]}. \quad (13)$$

Повідомлення LSA другого типу створюються визначеними маршрутизаторами та містять заголовок LSA, маску мережі та перелік маршрутизаторів, що підключені до даної мережі. Для OSPFv2 довжина даного повідомлення може бути обчислена за виразом [7]:

$$l_{LSAv2-2} = 24 + 4n_{routers} \text{ [байт]}. \quad (14)$$

Структура повідомлення LSA другого типу для OSPFv3 має вигляд

$$l_{LSAv3-2} = l_{LSAage} + l_{LSAtype} + l_{LSAid} + l_{routerID} + l_{LSAnumber} + l_{checksum} + l_{length} + l_{reserved} + l_{options} + n_{routers} \cdot l_{routerID},$$

де: $l_{LSAage} = 2$ [байти], $l_{LSAtype} = 2$ [байти], $l_{LSAid} = 4$ [байти], $l_{routerID} = 4$ [байти], $l_{LSAnumber} = 4$ [байти], $l_{checksum} = 2$ [байти], $l_{length} = 2$ [байти], $l_{reserved} = 1$ [байт], $l_{options} = 3$ [байт], $n_{routers}$ – кількість маршрутизаторів в мережі, $l_{routerID} = 4$ байти.

Після підстановки числових значень отримаємо:

$$l_{LSAv3-2} = 24 + 4n_{routers}, \text{ [байт]}. \quad (15)$$

Пакет Link-State Acknowledgement. Підтвердження стану каналу – підтверджує отримання пакету коригування стану каналу. Пакети коригування стану каналу повинні бути чітко підтвержені, що є гарантією надійності процесу адресації пакетів коригування стану каналу через певну область.

Пакет-підтвердження LSack містить в собі перелік заголовків отриманих повідомлень про стан каналів і для OSPFv2 розмір пакета знаходиться як [7]:

$$l_{LSAckv2} = 24 + 20(N_m + L) , \text{ [байт]} \quad (16)$$

Структура пакету LSack для OSPFv3 може бути записана як:

$$l_{LSAckv3} = l_{ospfv3header} + (N_m + L) \cdot l_{LSAheaderv3}, \text{ [байт]}$$

і після підстановки числових значень отримуємо:

$$l_{LSAckv3} = 16 + 20(N_m + L) , \text{ [байт]} \quad (17)$$

Враховуючи порядок обміну пакетами при підключенні нового маршрутизатору, а також довжини пакетів та повідомлень про стан каналів, визначених виразами (6 – 17), кількість службової інформації для протоколу маршрутизації OSPFv2 при підключенні нового маршрутизатора може бути обчислена за наступним виразом [7]:

$$L_{\Sigma \text{ підключ. OSPFv2}} = 280 + 52(N_{m1} + N_{m2} + L_1 + L_2) + \sum_{i=1}^{Nm1} l_{LSAv2-1i} + \sum_{j=1}^{L1} l_{LSAv2-2j} + \sum_{i=1}^{Nm2} l_{LSAv2-1i} + \sum_{j=1}^{L2} l_{LSAv2-2j} + 10(l_{IP} + l_{кан}) \text{ [байт]} . \quad (18)$$

Для OSPFv3 цей же вираз буде виглядати наступним чином:

$$L_{\Sigma \text{ підключ. OSPFv3}} = 216 + 52(N_{m1} + N_{m2} + L_1 + L_2) + \sum_{i=1}^{Nm1} l_{LSAv3-1i} + \sum_{j=1}^{L1} l_{LSAv3-2j} + \sum_{i=1}^{Nm2} l_{LSAv3-1i} + \sum_{j=1}^{L2} l_{LSAv3-2j} + 10(l_{IP} + l_{кан}) \text{ [байт]} . \quad (19)$$

де N_{m1} – кількість маршрутизаторів, в існуючому сегменті мережі, L_1 – кількість транзитних IP-мереж в існуючому сегменті мережі, N_{m2} та L_2 – кількість маршрутизаторів та транзитних мереж, відомих новому маршрутизатору.

Лавинна розсилка, або процедура водонаповнення (flooding), застосовується маршрутизаторами OSPF для сповіщення інших маршрутизаторів про зміни в топології. Маршрутизатор, що віднайшов зміни в топології відправляє пакет LSU в усі свої інтерфейси за адресою 224.0.0.5 або ff02::5, для OSPFv3, (всім маршрутизаторам OSPF). Маршрутизатори, що отримують даний пакет, пересилають його в усі інтерфейси окрім того, з якого він надійшов та підтверджують отримання оновлень пакетом LSack, що також надсилається за адресою 224.0.0.5 або ff02::5 відповідно. Таким чином, в IP-мережу при водонаповненні буде надходити 1 пакет LSU та $N-1$ пакетів LSack, де N – кількість маршрутизаторів в мережі IP, тобто:

$$L_{\text{flooding}} = l_{LSU} + l_{ip} + l_{кан} + (Nm - 1) \cdot (l_{LSAck} + l_{ip} + l_{кан}) \quad (20)$$

Для наочності в таблицю 1 зведені формули для визначення довжин пакетів взаємодії протоколів OSPFv2 і OSPFv3.

Дослідна перевірка отриманих виразів. Дослідження кількості службової інформації протоколу OSPF було проведено за допомогою моделювання роботи протоколу в пакеті GNS3. Мережа, яка була застосована для дослідження службової інформації, що використовується пакетами hello, складається із одного комутатору та змінної кількості маршрутизаторів, з'єднаних між собою через даний комутатор. Оскільки, об'єм пакетів hello залежить лише від кількості маршрутизаторів-сусідів, підключення інших мереж до маршрутизаторів не вплине на кількість службової інформації пакетів hello.

Зведені дані пакетів взаємодії протоколів OSPFv2 і OSPFv3

Мережевий протокол	IPv4	IPv6
Протокол маршрутизації	OSPFv2	OSPFv3
Заголовок IP (байт)	20	40
Заголовок OSPF (байт)	24	16
Пакети взаємодії		
Hello (байт)	$l_{OSPFv2Hello} = 44 + 4n_c$	$l_{OSPFv3Hello} = 36 + 4n_c$
Database Description (байт)	$l_{DDv2} = 32 + 20(N_m + L)$	$l_{DDv3} = 28 + 20(N_m + L)$
LSR (байт)	$l_{LSROSPFv2} = 24 + 12(N_m + L)$	$l_{LSROSPFv3} = 16 + 12(N_m + L)$
LSU (байт)	$l_{LSUv2} = 28 + \sum_{i=1}^{N_m} l_{LSAv2-1i} + \sum_{j=1}^L l_{LSAv2-2j};$ $l_{LSAv2-1} = 24 + 12n_{chanal}$ $l_{LSAv2-2} = 24 + 4n_{routers}$	$l_{LSUv3} = 20 + \sum_{i=1}^{N_m} l_{LSAv3-1i} + \sum_{j=1}^L l_{LSAv3-2j};$ $l_{LSAv3-1} = 24 + 16n_{chanal}$ $l_{LSAv3-2} = 24 + 4n_{routers}$
LSAck (байт)	$l_{LSAckv2} = 24 + 20(N_m + L)$	$l_{LSAckv3} = 16 + 20(N_m + L)$

Експериментальну мережу для дослідження службової інформації, що використовується пакетами hello, зображено на рисунку 1. Дослідження проведено для кількості маршрутизаторів від одного до десяти з інтервалами $t_{hello} = 1, 5, 10$ та 15 с для мереж IPv4 та IPv6. Результат дослідження представлено в графічному вигляді на рисунках 2 та 3. Суцільною лінією з крапкою представлено результат виміру, суцільною без крапки – значення обчислене за допомогою виразів. Дослідження кількості службової інформації, створеної процедурою підключення нового маршрутизатору та процедурою водонаповнення було проведено за допомогою мережі довільної топології, зображеної на рисунку 4. Оскільки кількість службової інформації визначається кількістю маршрутизаторів та зв'язками між ними, вирази (18), (19) та (20), можуть бути застосовані для мереж із різними топологіями.

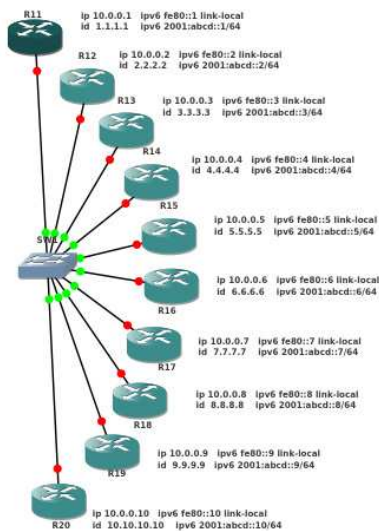


Рис.1 Мережа для дослідження службової інформації, що використовується пакетами hello

Під час дослідження було по чергово під'єднано сегменти 1, 2, 3 та 4 до решти мережі та виміряно кількість службової інформації, створеної протоколами OSPFv2 та OSPFv3 при такому об'єднанні. Було виміряно як кількість службової інформації при описі бази даних, так і при процедурі водонаповнення. Результат дослідження представлено в таблицях 2 і 3 відповідно.

Аналіз отриманих результатів. Моделювання було проведено за допомогою образів маршрутизаторів Cisco 3620.

Дослідження показали, що кількість службової інформації, що регулярно створюється пакетами hello протоколу OSPFv2 та OSPFv3 може бути визначена за виразами (4) та (5) відповідно. З рисунків видно, що розрахункові та практичні значення

повністю співпадають. Також видно, що зі збільшенням кількості маршрутизаторів, відносна похибка між теоретичними та практичними результатами значно зменшується.

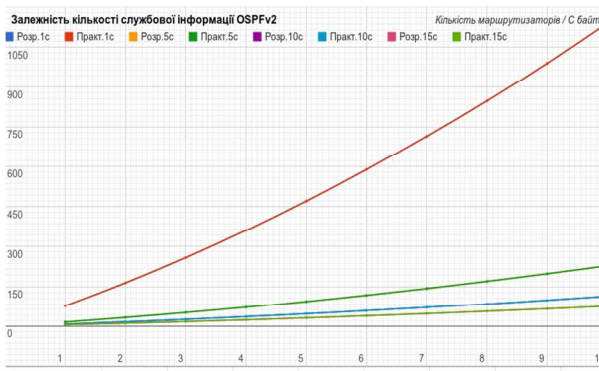


Рис. 2. Кількість службової інформації, створеної пакетами hello в протоколі OSPFv2

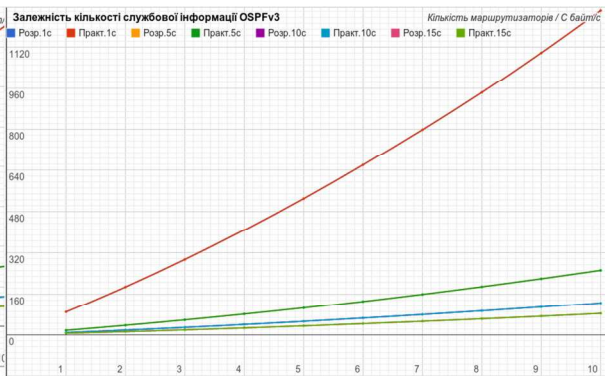


Рис. 3. Кількість службової інформації, створеної пакетами hello в протоколі OSPFv3

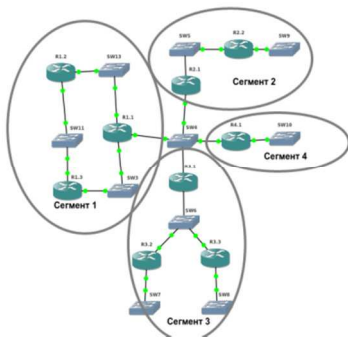


Рис.4 Мережа для дослідження процедури водонаповнення

Вирази (18 та 19) можливо застосувати для орієнтовної оцінки кількості службової інформації протоколів OSPFv2 та OSPFv3 при підключенні нового маршрутизатору. Аналіз обміну пакетами між маршрутизаторами під час процедури водонаповнення вказує на те, що вираз (20) визначає мінімальну кількість службової інформації, необхідну протоколу OSPF для водонаповнення.

Значне відхилення кількості службової інформації процедури водонаповнення від розрахункового значення пояснюється тим, що маршрутизатор OSPF передає повідомлення про стан каналів далі в мережу відразу після їх отримання, не групуючи повідомлення в один пакет. Це прискорює оновлення інформації про топології мережі на всіх маршрутизаторах OSPF, проте збільшує кількість дрібних пакетів LSU, що передаються в мережу. Це збільшує не лише кількість заголовків протоколів мережевого та каналного рівня а і кількість заголовків протоколу OSPF. Для зменшення кількості службової інформації протоколу OSPF при водонаповненні, можливо ввести групування повідомлень про стан каналів в один пакет LSU.

Таблиця 2

Результат дослідження кількості службової інформації протоколу OSPFv2 при описі бази даних та водонаповненні

Сегмент, що підключається	1		2		3		4	
	Розрах. [байт]	Вимір [байт]	Розрах. [байт]	Вимір. [байт]	Розрах. [байт]	Вимір. [байт]	Розрах. [байт]	Вимір. [байт]
Опис бази даних	2168	1930	2152	2124	1932	1624	2032	2032
Водонаповнення в 1й сегмент	---	---	320	680	440	862	186	608
в 2й сегмент	564	938	---	---	440	752	186	498
в 3й сегмент	732	880	458	778	---	---	250	674

Результат дослідження кількості службової інформації протоколу OSPFv3 при описі бази даних та водонаповненні.

Сегмент, що підключається	1		2		3		4	
	Розрах. [байт]	Вимір [байт]	Розрах. [байт]	Вимір. [байт]	Розрах. [байт]	Вимір. [байт]	Розрах. [байт]	Вимір. [байт]
Опис бази даних	2816	2738	2656	2534	2834	2578	2596	2500
Водонаповнення в 1й сегмент	---	---	700	922	730	908	688	822
в 2й сегмент	852	1136	---	---	570	770	338	476
в 3й сегмент	942	1006	640	908	---	---	648	972

Висновки.

В роботі надано порівняльний аналіз структури пакетів протоколів маршрутизації OSPFv2 і OSPFv3 та розрахункові формули для визначення кількості службової інформації в пакетах взаємодії при однакових умовах. Показано, що практичні значення кількості службової інформації, яка регулярно створюється пакетами hello протоколу OSPF обох версій, повністю співпадає з розрахунковими, які були обраховані за теоретичними виразами. Також показано, що для протоколу маршрутизації OSPFv3 використовується більше службової інформації ніж для протоколу OSPFv2. Пояснюється це тим, що, незважаючи на менші заголовки пакетів взаємодії OSPFv3 в порівнянні з заголовками пакетів взаємодії OSPFv2, розміри заголовків IPv6 удвічі більші ніж для IPv4.

В подальшому планується розробка аналітичних виразів кількості службової інформації протоколу IS-IS та порівняльне дослідження кількості службової інформації протоколу IS-IS із протоколом OSPFv3.

ЛІТЕРАТУРА

1. Huston, Geoff. „IPv4 Address Report, daily generated”, Retrieved 09 March 2014.
2. Alex Hinds, Anthony Atojoko, and Shao Ying Zhu, Evaluation of OSPF and EIGRP Routing Protocols for IPv6, International Journal of Future Computer and Communication, Vol.2, No.4, August 2013.
3. OSPF Version 2 (RFC 2328) – IETF, <https://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt>.
4. RFC 5340 - OSPF for IPv6 – IETF Tools, tools.ietf.org/html/rfc5340.
5. Структура и реализация сетей на основе протокола OSPF.2-е изд. Томас М. Томас II. Москва. Санкт-Петербург. Киев 2004.
6. Implementing OSPFv3, <http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ip6-ospf.html>.
7. Максимов В.В., Самойлюк А.О. „Аналітична модель службової інформації протоколу OSPF”//Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ” No 1 – 2013, с. 40 – 46.