

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І
ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Голуб Іван Іванович

УДК 004.71

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖЕВИХ
КОМУТАТОРІВ З ПІДТРИМКОЮ ТЕХНОЛОГІЙ GERON ТА
LTE**

123 «Комп'ютерна інженерія»

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2019

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: Доктор технічних наук, професор
кафедри математичних методів в інженерії
Ясній Олег Петрович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Рецензент: к.ф.-м.н., доцент кафедри фізики
Крамар Олександр Іванович, Тернопільський
національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 603.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Оскільки GPON або просто PON-мережі зараз набувають стрімкої популярності, провайдери для розширення зони покриття через дешевизну прокладають все частіше PON-мережі. Якщо у зоні покриття кінцевого користувача кабельним інтернетом не буде можливості прокласти кабель від іншого провайдера, або якщо мережу не буде побудовано на технології PON, а для абонента буде потрібно резервувати інтернет-з'єднання, може виникнути необхідність в обладнанні для резервування мережі за різними мережевими технологіями.

Основним недоліком прокладених через електроопори комунікаційних мереж є загроза обриву: недбала робота працівників РЕМ-у, обвисання і внаслідок цього обрив лінії, сильний вітер та інші погодні умови. Якщо стається обрив десь на магістральній мережі, у всіх абонентів, яких підключено вище від обриву, пропаде зв'язок. А далі через це йдуть додаткові витрати на компенсацію коштів абонентам, через те, що не було інтернет-зв'язку і додаткові витрати на відновлення зв'язку.

Якщо несправності з інтернет-зв'язком абонента, якого підключено за технологією GPON, ставатимуться часто, абонент буде змушений резервувати інтернет-мережу, або, у крайньому випадку, захоче перейти до іншого провайдера, якщо, звісно, існує така можливість. У випадку, коли нема можливості перейти до іншого провайдера, мережу можна резервувати через оператора стільникового зв'язку, який надає доступ до мережі інтернет за технологією LTE і, в найближчому майбутньому, 5G. Таким клієнтам можна запропонувати комутатори та маршрутизатори із двома аплінками: перший – GPON, другий – через LTE-модем.

Ймовірність того, що на території, де буде кінцевий користувач, буде зона покриття оператора мобільного зв'язку, більша, аніж ймовірність наявності зони покриття оператора кабельного зв'язку. Станом на листопад 2019 року, мережа 4G мобільного оператора Київстар працює у 7885 населених пунктах, з яких 90% – у сільській місцевості. Це територія, де проживає понад 29,8 млн осіб, або 72% населення України.

Протокол мобільної передачі даних LTE може забезпечити максимальну швидкість завантаження з мережі до 299,6 Мбіт/с, і максимальну швидкість завантаження у мережу від абонента до 75,4 Мбіт/с в залежності від категорії обладнання користувача. Станом на 2019 рік, LTE є найновішою технологією передачі даних у мобільних мережах на території України.

GPON є одним з різновидів технології пасивних оптичних мереж PON, що дозволяє передавати і приймати дані на швидкості (до 1,2 Гбіт/с) з максимальним коефіцієнтом ділення 1:64, але через це основним недоліком є загасання сигналу на кожному вузлі розгалуження і, якщо буде несправність з одним ONU, можуть виникнути неполадки в усій гілці PON. Ця технологія є дешевою у масштабуванні мереж у порівнянні з FTTx. Зараз технологія GPON набуває популярності. Її основна особливість полягає у деревовидній топології точка-багатоточок, коли для побудови мережі користуються тільки одним

оптоволоконним каналом для десятків і сотень абонентів.

Мета і завдання дослідження: розробка методів та засобів побудови мережевого комутатора з підтримкою технології GERON та LTE для резервування каналу зв'язку та балансування навантаження у разі неполадок із основним каналом зв'язку.

Об'єкт дослідження: технологія передачі даних у пасивних оптичних мережах GERON та технологія передачі даних у бездротовому мобільному зв'язку LTE.

Предмет дослідження: методи взаємодії з технологією передачі даних GERON та LTE.

Методи дослідження. Для розробки комутатора з різними аплінками, необхідно один із аплінків змінити, а саме, через розширювальну плату чи мікроконтролер. Така плата буде відігравати роль моста або адаптера для модему.

Комутатор з різними аплінками володіє наступними характеристиками:

- до першого порта, який є основним, має підключатися оптичний кабель від мережі GERON;
- вбудований LTE-модем;
- можливість перемикання між GERON та LTE для резервування мережі;
- як мінімум 4 Ethernet-порти;
- фаєрвол для фільтрації трафіку.

Наукова новизна отриманих результатів:

– уперше запропоновано новий мережевий комутатор з основним аплінком пасивної оптичної мережі GERON та другим резервним аплінком для стільникового зв'язку LTE;

– розвинуто метод резервування каналів зв'язку у різних технологіях передачі даних та балансування навантаження для різних каналів інтернет-зв'язку.

Практичне значення отриманих результатів. Методи та засоби комутатора з підтримкою GERON та LTE реалізовано та впроваджено у вигляді апаратно-програмного доповнення, що дозволяє декільком аплінкам взаємодіяти між різними технологіями передачі даних.

Публікації. Результати дослідження апробовано на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та на VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (1-12 грудня 2019 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя у вигляді тез конференцій.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 107 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність методів та засобів побудови мережевих комутаторів з підтримкою технологій GPON та LTE, сформульовано мету, задачі і методи дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі «Аналіз предметної області» розглянуто методи та технології передачі даних у пасивних оптичних мережах GPON, у стільниковій мережі LTE та у локальній мережі Ethernet. Проаналізовано функції та вимоги до мережевого комутатора для роботи в мережах GPON, LTE та Ethernet.

У другому розділі «Методи та засоби» досліджено способи взаємодії мережевого комутатора з мережами GPON, LTE та Ethernet, обрано апаратні складові для основної платформи, допоміжної платформи, мережеві інтерфейси та периферія, також обрано програмні складові для прошивки, операційної системи, утиліт, програм та скриптів.

У третьому розділі «Реалізація прототипу» описано процес та схему підключень апаратних частин, встановлення та налаштування програмного забезпечення, проведено відлагодження готового прототипу мережевого комутатора з підтримкою технологій GPON та LTE, протестовано швидкість передачі даних у всіх мережевих інтерфейсах у реальних умовах.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуто питання розрахунку економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання створення безпечних умов праці, техніку безпеки з мережевим обладнанням та планування заходів цивільного захисту на об'єкті у випадку надзвичайної ситуації.

У шостому розділі «Екологія» проведено аналіз статистичного групування в екології, та проаналізовано електромагнітне випромінювання від мережевого обладнання та вплив ЕМВ на навколишнє середовище та організм людини.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проаналізовано основні технології передачі даних для комутатора з підтримкою технологій GPON та LTE. Проаналізовано переваги та недоліки кожних технологій.

Визначено як має працювати комутатор з різними типами мереж, обрано основну платформу, допоміжну платформу для розширення апаратних можливостей, модеми для радіоінтерфейсів LTE та Wi-Fi, а також програмне забезпечення.

У результаті виконання роботи отримано наступні основні результати:

– на основі проведеного аналізу предметної області розглянуто переваги та недоліки технології передачі даних GEPON та LTE, а також для локальної мережі Ethernet та обґрунтовано напрям наукового дослідження.

– визначено методи та засоби взаємодії між різними технологіями передачі даних та здійснено вибір елементної бази для розробки комутатора.

– із вибраних апаратних складових та програмного забезпечення розроблено готовий прототип комутатора для резервування каналів зв'язку GEPON та LTE.

– результати тестування швидкості за технологією GEPON відповідають граничним швидкостям мережевого інтерфейсу, також результати тестування швидкості за технологією LTE навіть без зовнішніх антен досягають граничної швидкості LTE-модему.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Голуб І. І, Ясній О. П. Методи та засоби побудови мережевих комутаторів з підтримкою технології GEPON та LTE / І. І. Голуб, О. П. Ясній – Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Том II – Тернопіль, ТНТУ, 27–28 листопада 2019р.– с. 127.

2. Голуб І., Ясній О. Методи та засоби побудови мережевих комутаторів з підтримкою технології GEPON та LTE / І. Голуб, О. Ясній – Матеріали VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» – Тернопіль, ТНТУ, 11–12 грудня 2019р.– с. 118.

АНОТАЦІЯ

Голуб І. І. Методи та засоби побудови мережевих комутаторів з підтримкою технології GEPON та LTE

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра, 123 «Комп'ютерна інженерія». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Дипломна робота стосується реалізації методів та засобів побудови мережевих комутаторів з підтримкою технології GEPON та LTE для забезпечення безперебійного зв'язку з інтернетом за допомогою резервування каналів зв'язку, а також балансуванню навантаження мережевих інтерфейсів, для зниження навантаження з перевантаженого інтерфейсу, або якщо спостерігається перебої з подачею інтернет-зв'язку на один чи декілька інтерфейсів.

У даній роботі розроблено методи та засоби взаємодії комутатора з мережевими технологіями передачі даних GEPON, LTE та Ethernet, як на апаратному, так і на програмному рівні.

Створено та реалізовано мережевий комутатор з основним аплінком для

мережі GEPON та резервним аплінком для мережі LTE.

Ключові слова: КОМУТАТОР, МАРШРУТИЗАТОР, ІНТЕРНЕТ, GEPON, LTE, ETHERNET, МІКРОКОНТРОЛЕР, МОДЕМ, ПАКЕТИ, КАДРИ, ПРОПУСКНА ШВИДКІСТЬ.

ANNOTATION

Holub I. I. Methods and tools of network switches development based on GEPON and LTE technologies

The diploma thesis for obtaining the Master's degree, 123 «Computer Engineering» – Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The diploma thesis deals with the implementation of methods and tools for the development of network switches based on GEPON and LTE technologies to ensure uninterrupted internet connection by creating the backup of the communication channels, and to balance the load on the network interfaces, to reduce the load from the congested interface, or if one or more interfaces are interrupted.

In this thesis, the methods and means of interaction of the switch with GEPON, LTE and Ethernet data transmission technologies, both at the hardware and software level, are developed.

A network switch with a basic uplink for the GEPON network and a backup uplink for the LTE network was created and implemented.

Keywords: SWITCH, ROUTER, INTERNET, GEPON, LTE, ETHERNET, MICROCONTROLLER, MODEM, PACKET, FRAME, BANDWIDTH.