DOI: https://doi.org/10.17721/ISTS.2019.1.66-78
УДК 621.39 (045)

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОГРАМНО-ОРІЄНТОВАНОЇ МЕРЕЖІ

Даков Сергій [1]
orcid.org/0000-0001-9413-3709

Дакова Лариса [2]
orcid.org/0000-0001-6104-8217

[1] Київський національний університет імені Тараса Шевченко, м. Київ
[2] Державний університет телекомунікацій, м. Київ

Історія статті:
Надійшла до редакції 23.06.2019
Прийнято 01.08.2019

Ключові слова:
програмно – конфігурована мережа;
мобільна мережа; ;
централізована мережа;
децентралізована мережа;
гетерогенна мережа
.

Анотація: *В роботі проаналізовані надійнісні показники програмно-орієнтованої мережі, зроблено порівняння централізованих та децентралізованих типів керування виявлено що програмно-керовані мережі потребують оптимізації та підвищення надійності до сучасних стандартів 3gpp. Запропонована модель розрахунку надійності централізованої та децентралізованої мереж, за допомогою якої можливо визначити слабкі або менш надінісні місця в системі мобільного зв'язку. Розроблено метод оцінювання та підвищення надійнісних характеристик інформаційно-управляючої системи мережі мобільного зв'язку, на базі ієрархічної моделі оцінки надійності апаратних та програмних засобів. Врахована залежність обладнання від програм або додатків. Система дозволяє оптимізувати процес розгортання мережі, модернізації та підвищити надійність обслуговування абонентів мобільних мереж. Що значно поліпшує процес планування та моделювання інфраструктури мережі, яка в свою чергу збільшує ефективність використання та зменшує витрати на обладнання і трудові затрати людино-годин. Також пропонується дану математичну модель використати для розробці програмного забезпечення та встановити на гіпервізрх у вигляді додатка на централізовані типи мереж, що допоможе підвищити ефективність використання інфраструктури, зменшити час реагування на відновлення працездатності систем мобільного зв'язку. Промодельовані три типи сучасних технологій керування інфраструктурою мобільних мереж а саме IP, OpenFlov та Overlay. Визначено що для мереж майбутнього більш доцільніше використовувати саме програмно-керовані мережі, які мають більш розвинену модель керування але менш надійні сну структуру, тому її оптимізація є необхідним фактором в використання саме цих типів мереж.*

Abstract: *In this work the reliable indicators of the software-oriented network were analyzed, the comparison of centralized and decentralized management types was made, that program-managed networks need to optimize and increase reliability to the current standards of 3gpp. The model of calculation of the reliability of centralized and decentralized networks is proposed, with the help of which it is possible to identify weak or less susceptible sites in the mobile communication system. The method of estimation and enhancement of reliable characteristics of the information management system of the mobile communication network is developed, based on the hierarchical model of hardware and software reliability assessment. The dependence of equipment on applications or applications is taken into account. The system allows to optimize the process of deployment of the network, modernization and increase the reliability of servicing subscribers of mobile networks. This significantly improves the planning and modeling of the network infrastructure, which in turn increases the efficiency of use and reduces the cost of equipment and labor costs of man-hours. It is also proposed to use this mathematical model for software* management model but less reliable sleep structure, so its optimization is a necessary factor in the use of these types of networks.

1. ВСТУП

Основна задача теорії надійності покращити показники системи за допомогою підвищення надійнісних характеристик об'єкту. За

допомогою прорахунку оптимального числа обслуговування системи для покращення її технічних показників

Об'єктом дослідження являєтеся мобільна мережа 3 GPP, яка на сьогоднішній час є самою актуальною Гетерогенна мережа або smoll – sell доповнює інфраструктуру сучасної мобільної мережі. Всі ці стандарти дуже поширюють спектр вразливості мереж як фізичної інфраструктури.

Метою роботи є підвищення надійністних показників комп'ютерної мережі.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні основні завдання:

Розробити метод оцінки надійнісних характеристик комп'ютерних мереж.

Розробити метод підвищення надійнісних характеристик комп'ютерних мереж.

Тому для подібні структури мережі треба, мати якусь статистику надійності, вразливості системи, не лише в кіберпросторі, але й фізичної інфраструктури.

Так як, за допомогою програмного забезпечення виходить з ладу фізичне обладнання. Тому треба розуміти де вразливі місця системи і мати це на увазі.А допомогти цю інформацію дослідити за допомогою математичних обгартувань процесу, показники якого будуть проаналізовані та прийняті на увазі.

Також за допомогою більш глибокого аналізу можна розробити математичну модель яка буде оброблювати статистику прораховати надійність кожного вибраного сегменту, який в свою чергу має особисту цифру всієї системи, показує залежність.

Для майбутнього розвитку системи проектування програм моніторингу любого об'єкту, в нашому випадку, це мережі 3,5G (HSPA +) 4G, 5G,тощо. Показники надійності цих стандартів повинні дорівнювати коефіцієнт надійності стандарту.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В статті [1] автор акцентує увагу на складній системі керування мобільною інфраструктурою, яка складається з багатьох інструментів та можливостей програмно-керованої мережі, але зовсім не зосереджена увага невисокій надійності мережі SDN.

Аналіз літератури показав, що велику роль присвячено дослідженню питань надійності системи SDN, що цим самим показує рівень вразливості системи, наприклад в статті [2] запропоновано компенсувати низьку надійність перемиканням з мережі OpenFlow на класичну мережу, що саме допоможе підтримати працездатність мережі та підвищиться її надійність. Варто розуміти, технічні показники мережі значно знизяться, тому що IP мережа за поступається технічними показниками, що можна побачити в роботі [3] При переході на більш сучасну мережу можливо отримати на деяких ділянках перевантаження та зниження якості послуги, але треба підкреслити, що саме надійність OpenFlow дійсно набагато вище ніж у мережі Owerlay.

В статті [4] розглянуто метод роботи мережі в перевантаженому режимі, що в комплексі вирішує проблему переключення з SDN на IP, але низька надійність мережі Owerlay залишається, що робить в використанні мережу практично неможливою для оператора мобільної, або стаціонарної мережі великих об'єктів.

В моделях 3 GPP коли будується мережа аналізуєтеся її надійність, так як сфера використання, наприклад дистанційне керування об'єктами чи маніпуляторами [5, 6].

А для стандарту 4G та 5G надійність має певне значення і не може бути забезпечена контролером SDN та обладнання інших рівнів [6, 7].

Варто зазначити, що робота над надійністю мережі має дуже важливий характер та для централізованих мереж - це життєво важливий цикл, тому необхідно застосувати додаткові інструменти.

Зазначимо, що вартість централізованих мереж також має дуже велике значення, що відмічено в статті [8].

Багато проблем можна вирішити за допомогою програмного забезпечення, встановлюється на прикладний рівень програмно-керованої мережі або ПКМ [9].

За допомогою нього є можливість керувати процесами та автоматизувати багато процесів мережі, зокрема об'єднати існуючі моделі та функції. Саме в комплексі ці моделі зможуть зменшити вартість та підвищити показники мережі, вилучити саме ті недоліки, які не згадані в роботах на теми централізованих ПКМ.

Враховуючи вищезгадане треба зазначити, що ключові проблеми програмної мережі полягають у вартості та надійності системи, що мають менші показники ніж існуюча, класична мережа IP, яка за часом здобула і стандарти і промислове визнання

Уже сьогодні анонсують стандарт з більшими технічними характеристиками, але впровадити його за децентралізованою архітектурою майже неможливо, тому вирішення проблеми надійності має дуже важливий характер. Також проблема вартості інфраструктури робить

використання технології SDN нерентабельною, тому зменшення вартості інфраструктури – не менш важлива проблема цієї мережі.

Так як комп'ютерна мережа має динамічну структуру, то вирішити це можливо за допомогою програмного забезпечення для автоматизації функціональних завдань керування мережею, аналізу й оцінювання ефективності автоматизованих систем переробки інформації й управління.

Тому дана тема роботи є актуальною та має проблему сучасного характеру.

3. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Сучасні стандарти мобільних мереж повинні мати показники надійності на рівні 99.999% що робить процес розгортання мережі важким, так як усі розрахунки треба робити вже на етапі планування інфраструктури опорного сегменту. Треба враховати планування та модернізацію мережі.

Сьогоднішні моделі не мають показники означені стандартом, тому треба розглянути методи та моделі підвищення надійності комп'ютерної мережі за допомогою теорії надійності.

4. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Розрахунок надійності мережі SDN

Програмно-керована система має недоліки такі як велика вартість та низька надійність, що виходить самої архітектури клієнт – сервер або з її централізованого вигляду.

До того ж треба врахувати що основний тип промислових мереж має вигляд гетерогенної мережі але за допомогою SDN можливо поліпшати керування цієї мережі та підвищити динаміку впровадження нового обладнання яке може відрізнятися не лише такими критеріями як: пропускна здатність, затримка та повторне використання ресурсу, але різновидом інтерфейсу та адаптивними можливостями обладнання. Що дуже ускладняє роботу персоналу та робить можливість обслуговування мережі дуже важким та затратним.

Програмно орієнтована мережа – це і є основна технологія за допомогою якої можливо покращіти показники мобільної мережі а ле структура мережі клвєнт сервер як сказано віще, має ряд значних недоліків яки треба подолати щоб впровадити данну технологію на приомисловий рівень.

Перший й основний недолік – це надійність мережі, із за центру керування, контролеру, який керує мережею і як що він вийде з ладу мережа стає не робота - способна. Надійність мережі та інщі недоліки (наприклаж вартість інфраструктури), можливо вирішити за допомогою, побудови інформаційних технологій для автоматизації функціональних завдань керування, аналізу й оцінювання ефективності автоматизованих систем переробки інформації й управління.

Тому по перше треба визначити модель розрахунку мережі.

На рис. 1, 2, 3 зображена архітектура транспортних сигментімобільної мережі LTE

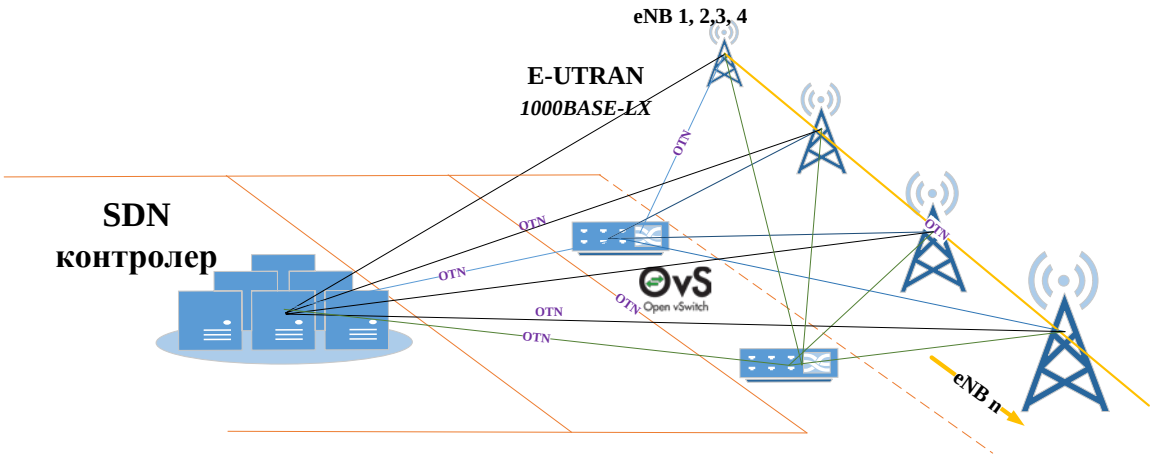

Рис.1 - Архітектура software-defined networking

Архітектура програмно орієнтованої мережі ієрархічно залежну, складну, багато підревневу систему передавання потоків трафіку за допомогою процесів керування контролером SDN, який керує OvS свічами, де знаходиться таблиця переадресації.

Недоліки такої архітектури в тому що працездатність кожного рівня залежіть від

іншого і тому з'єднання таких смуг не надійне, але ця мережа має більш ефективні показники тому основна задача підняти надійність та розробити модель розподілу, резервування та рознесення слабких частин системи.

а рис.5 зображена архітектура мобільної мережі, побудована на базі протоколу класичної IP технології адресації вузлів. Тут кожний елемент системи працює автономна, структура такої мережі вважається децентралізованою тому надійність більша.

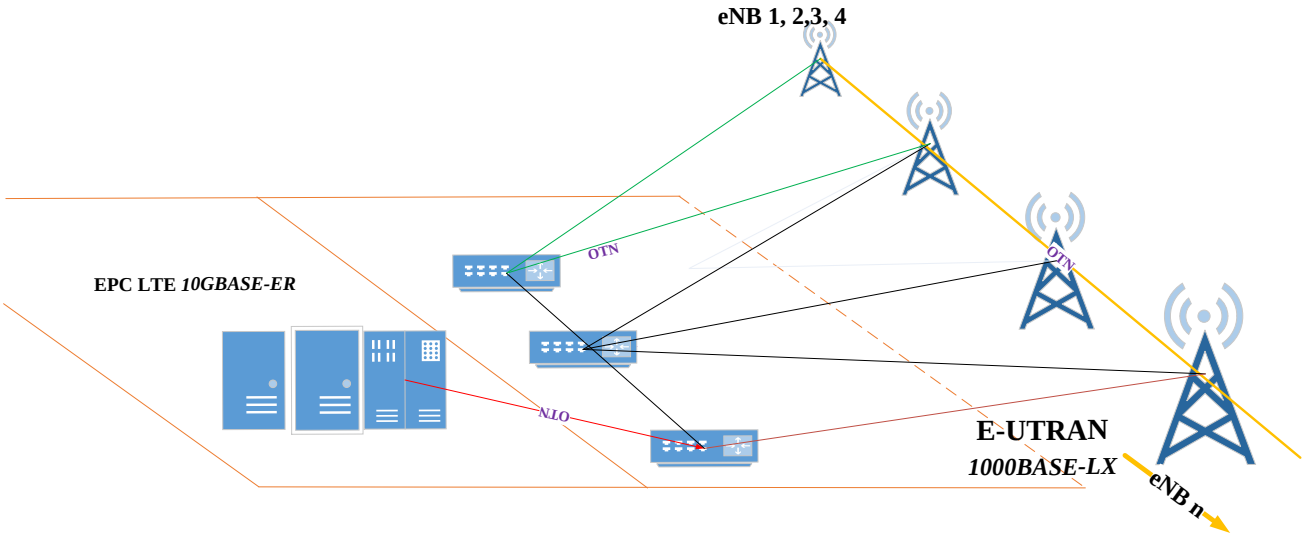

Рис.2 - Архітектура System Architecture Evolution

Але треба зазначити що IP мережа менш ефективна та має менш динамічну структуру керування що обмежує її в використання до мережі майбутнього FN.

Треба зазначити що будувати програмно – керовану мережу з нуля дуже дорого і накладна т.я. зупинити роботу вже працюючої інфраструктури неможливо.

Тому третя за популярністю вважається мережа OpenFlow де поверх вже існуючої інфраструктури можливо розташувати Мережу SDN і згодом розвивати вже Overlay мережу. Архітектура мережі OpenFlow

зображена на рис. 6.

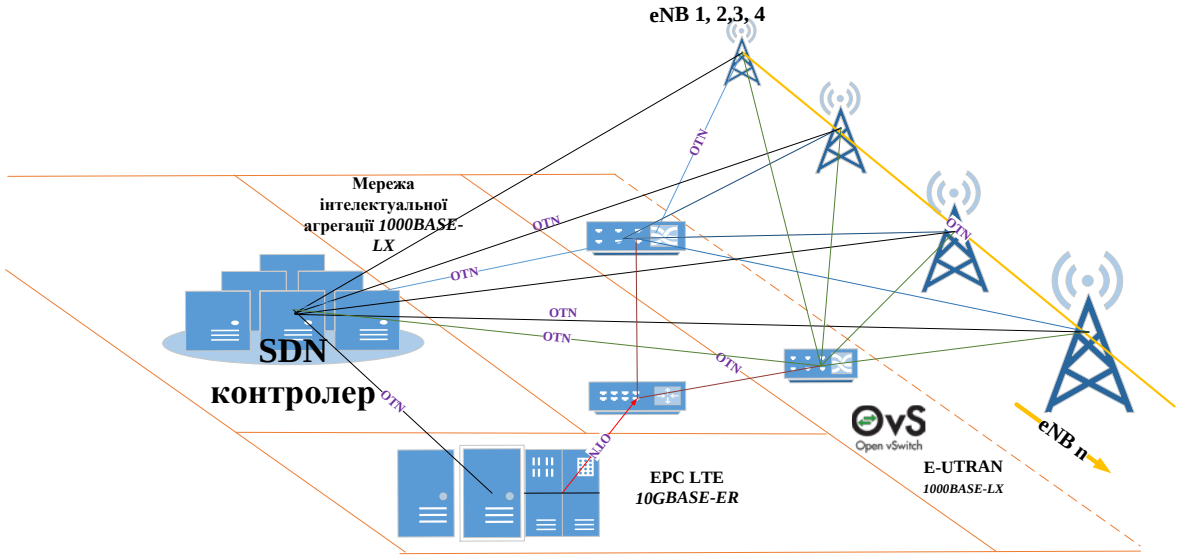

Рис. 3 - Гібридна архітектура SDN OpenFlow

Робота програмної частини частини SDN мережі

Програмно-конфігурується мережу (SDN від англ. Software-defined Networking, також програмно-обумовлена мережу) - мережа передачі даних, в якій рівень управління мережею відділений від пристроїв передачі

даних і реалізується програмно, одна з форм віртуалізації обчислювальних ресурсів.

Сучасні мережеві пристрої, складаються з трьох компонентів.

1. Рівень управління - це CLI, вбудований веб-сервер або API і протоколи управління. Завдання цього рівня забезпечити керованість пристроєм.

2. Рівень управління трафіком - це різні алгоритми і функціонал завданням якого є автоматична реакція на зміни трафіку т. Е. Інтелект пристрою.

3. Передача трафіку - функціонал забезпечує фізичну передачу даних.

Якщо централізувати управління трафіком, відокремивши управління від пристроїв і централізувати управління пристроями?

Гетерогенна комп'ютерна мережа - комп'ютерна мережа, що з'єднує персональні комп'ютери та інші пристрої з різними операційними системами або протоколами передавання даних. Наприклад, локальна мережа, яка з'єднує комп'ютери під управлінням операційних систем Microsoft Windows, Linux і MacOS, є гетерогенною[1][2]. Термін «гетерогенні мережі» також вживають у бездротових мережах, які використовують різні технології для підключення. Наприклад, бездротова мережа, яка забезпечує доступ через бездротову локальну мережу і здатна забезпечувати доступ, перемикаючись на стільниковий зв'язок, також називається гетерогенною мережею.

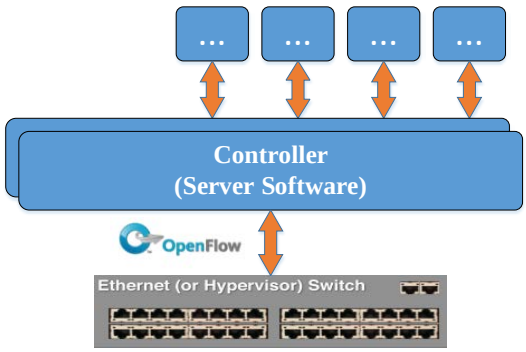

Рис.4 - Робота керування рівнями тренспортним сигментом SDNмережі

В результаті «новий» роутер або комутатор обслуговує тільки потік даних (рівень передачі трафіку DATAPLANE), ставати більш простим відповідно дешевшим. Звичайно ж позбавити повністю інтелекту мережеве пристрій не вийти, але його досить замінити простий таблицею переадресації (forwarding table).[7]

Програмно-орієнтована мережа має контролер SDN який відповідає за керування обладнанням за допомогою гіпервізора на якому встановлений це інтерфейс командного рядка CLI для окремих пристроїв для керування open virtual switch в архітектурі SDN, який який можливо реалізувати за допомогою API

Інтерфейс командного рядка (англ. Command line interface, CLI) - різновид текстового інтерфейсу (CUI) між людиною і комп'ютером, в якому інструкції комп'ютера даються в основному шляхом введення з клавіатури текстових рядків (команд), в UNIX-системах можливе застосування миші [1]. Також відомий під назвою консоль.

Інтерфейс командного рядка протиставляється системам управління програмою на основі меню, а також різним реалізаціям графічного інтерфейсу.

За допомогою прикладного рівня можливо покращити роботу мережі розробив додатки за допомогою яких контролер зможе розраховувати додаткові можливості. Та можливо впровадити ці додатки на прикладний рівень або на гіпервізор NFV.

Опис функціоналу, та додатки функцій

Програмно-керована мережа (SDN) – це універсальний термін, що охоплює кілька видів мережевих технологій, спрямованих на те, щоб зробити мережу гнучкою, як віртуалізована інфраструктура сервера і сховища сучасного дата-центру. Мета SDN – дати можливість мережевим інженерам і адміністраторам швидко реагувати на мінливі бізнес-вимоги. У мережі, яка визначається програмним забезпеченням, мережевий адміністратор може формувати трафік з централізованої консолі управління, не торкаючись окремих комутаторів, і може надавати послуги там, де вони необхідні в мережі, незалежно від того, які конкретні пристрої використовують сервер або інші апаратні компоненти пов'язані з ключовими технологіями впровадження.

Таблиця 1.

Таблиця програмованих і класичних мереж

Характеристика	Архітектура SDN	Класична архітектура IP
Програмованість	+	–
Централізоване	+	–

управління		
Конфігурація з помилкою	–	+
Комплексне управління мережею	–	+
Гнучкість мережі	+	–
Покращена продуктивність	+	–
Проста реалізація	+	–
Ефективна конфігурація	+	–
Вдосконалене управління	+	–

Надійність та контроль пристроїв у транспортному сегменті мобільної мережі

Незважаючи на високу надійність сучасних комп'ютеризованих системах, поява в них збоїв і відмов є цілком можливими подіями. Показники надійності програмно-керованої мережі, являє собою сукупність програмних і апаратних засобів які залежать один від одного і працездатність об'єкта залежить від їх функціонування та відмово стійкості. Комп'ютерна система це складний об'єкт який працює за послідовність виконання алгоритмів і команд які маніпулюють фізичним обладнанням , яке в свою чергу виконує функції транспорту потоків інформації.

Формат виведення інформації в інтерфейсі командного рядка виконується за допомогою CLI, та вбудований веб-сервер APIякий встановлений на гіпервізор.

А саме такі порушення роботи програмної частини контролера можуть виникнути під час роботи:

• неправильна модифікація або оновлення програмного забезпечення або додатка файлу системи,

• наявність IRSLKBDB програм в системі або в завантажувальних файлах,

• неузгодженість параметрів апаратної конфігурації з даними, записаними в пам'ять.

• неправильне розширення апаратної потужності SDN контролера ,

• відмова буферних IMC, що обслуговують потужнострумові IMC або периферійні пристрої.

• неузгодженість додатків програмного інтерфейсу API,

Внаслідок можливих збоїв і відмов після виконання завдання на контролера виникає питання про достовірність отриманої інформації. У зв'язку із цим всі сучасні системи мають засоби, що контролюють правильність функціонування як окремих пристроїв, так і ядра в цілому. Ці засоби одержали назву системи контролю SDN (в нашому випадку). Основними вимогами до системи контролю є: автоматичне виявлення факту неправильної роботи прикладної системи; усунення наслідків випадкових збоїв у процесі обчислень; локалізація місця відмови з точністю до змінного блоку.

Період роботи будь – якої складної системи можливо описати за допомогою кривої яку згідно теорії надійності прийнято називати типовою прямою. Ця пряма за допомогою цикл роботи об'єкта ділить на періоди де за кожний період система проходить визначений цикл, за допомогою якого можливо побачити стан надійності системи (рис. 5)

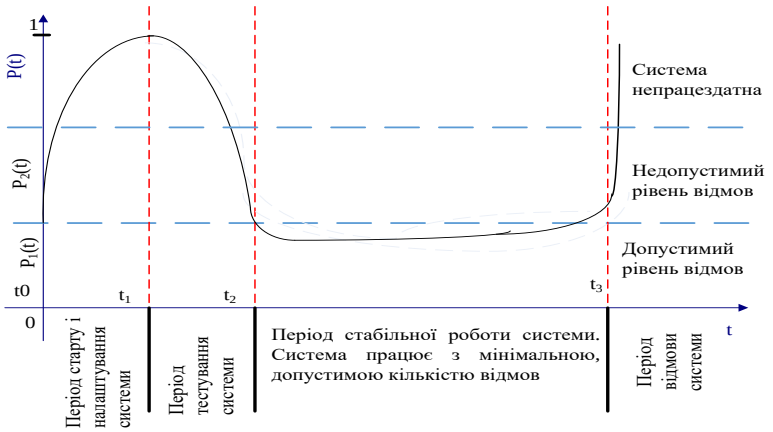

Рис.5 Типова пряма запуске SDN контролера.

Типова пряма показує .

1. Етапи запуску інфраструктури мобільної мережі, яка включає :

• період налаштування системи;

• період тестування системи;

• період стабільної роботи системи;

• період відмови системи.

2. Стан обєкта :
- стан непрацездатності системи ;
- недопустимий рівень відмов;
- допустимий рівень відмов;

1. Робочий стан мережі– мережа відповідає всім вимогам документації.

2. Неробочий стан мережою–мережа не відповідає хоча б одній вимозі документації на нього.(мережа може надавати послуги)

3. Працездатний стан мережі –мережа може виконувати всі задані для нього функції. (при цьому працездатний об'єкт може не задовольняти вимогам документації).

4. Непрацездатний стан мережі – коли значення хоча б одного параметра мережі, що характеризує виконуваність заданих об'єкту функцій, не відповідає вимогам документації.

Можливо частковий непрацездатний стан, при якому мережа здатна виконувати потрібні функції зі зниженими показниками (наприклад, вийшов з ладу один із свічів), або здатен виконувати лише частину потрібних функцій.

5. Граничний стан мережі – коли подальша експлуатація об'єкту недопустима чи не логічна або економічна невигодна подальше експлуатація обладнення.

Критерії граничного стану кожного об'єкта визначаються в документації на нього. Потрібно розуміти, що об'єкти можуть знаходитись в граничному стані і одночасно бути працездатним. В цьому випадку експлуатацію необхідно припинити.

P(A) – ймовірність виходу з ладу обладнення мережіSDN (непрацездатний стан)

A - подія

N – загальна кількість відмов

n – кількість відмов

Ймовірність достовірної події (обов'язково відбувається при кожному досліді)

$$P\{A_д\} = \frac{n_д}{N} = \frac{N}{N} = 1$$

Ймовірність неможливої події (не відбувається в жодному з дослідів)

$$P\{A_н\} = \frac{n_н}{N} = \frac{0}{N} = 0$$

1ймовірність випадкової події може змінюватись в межах $0 \le P\{A\} \le 1$ але ніколи $P\{A\} > 1$

Добутком подій називається складна подія, яка складається з того, що відбувається і подія, тобто відбуваються всі події. Така подія позначається:

$$A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot \ldots \cdot A_n = \prod_{i=1}^{n} A_i$$

Для незалежних подій справедлива рівність

$$P\left\{\prod_{i=1}^{n} A_i\right\} = \prod_{i=1}^{n} P\{A_i\}$$

Оскільки за означенням $P\{A\} \le 1$завжди, то ймовірність добутку менша найменшої ймовірності окремої події.

Сумою подій називається складна подія, яка має на увазі те, що відбудеться або подія, тобто виконається хоча б одна з подій. Сума подій позначається:

$$A_1 + A_2 + A_3 + \ldots + A_n = \sum_{i=1}^{n} A_i$$

Для незалежних подій справедлива рівність

$$P\left\{\sum_{i=1}^{n} A_i\right\} = 1 - P\left\{\prod_{i=1}^{n} \overline{A}_i\right\}$$

Розбиття на структурні блоки діючої мережі

Моделювання

Класична система не здатна адаптуватися за кількістю абонентів. Якщо вийде з ладу один з блоків.

Для більш точного разрахунку надійнісних характеристик програмно – керованої мережі, необхідно враховати як апаратну так і програмнуу час тину.

За період роботи (t) рис. 6 може збільшуватись кількість абонентів через це навантаження на свічі й контролери виростають за рахунок цього надійність системи падає . Також є фактор модернізації системи змінюються оптимальні та обхідні процеси маршрутизації, за рахунок чого можливі більші затримки та зростає ризик перевантаження вузлів та помилок програмної частини мережі.

Є періоди коли деякі помилки суттєві, або ділянки роботоючої схеми можуть нести не равномірну загрузки і мати більший коефіцієнт ізносу. Це треба враховати і аналізувати, або система буде виходити з ладу поступово і цей процес буде неконтролюючим. Та через деякий період ми не зможемо контролювати якість надання послуги.

Ппрограмний сегмент залежіть від апаратного саме послідовним зєдненням тому їх можливо розглядати окремо один від одного але потрібно врахувати що вони діють в програмно керованій мережі один на одного і не працюють при відмові якогось із рівнів як вказано на рис.6

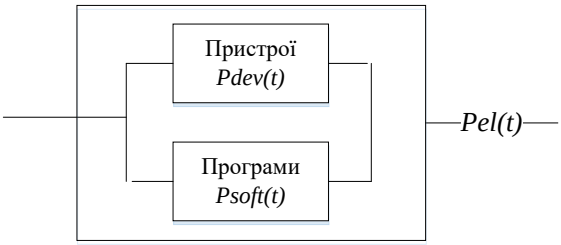

Рис.6 - Залежність програмного комплексу від апаратного

Залежність програмного і апаратного сегменту можливо охарактеризувати за формулою

$$P_{el}(t) = P_{dev}(t) \cdot P_{soft}(t) \qquad (1)$$

де: P_{el} –напрацювання до відмови однієї комірки мережі

P_{dev} - напрацювання до відмови апаратної частини мережі

P_{soft} - напрацювання до відмови програмної частини мережі

Цей процес можливо охарактеризувати як залежність програмного комплекту від апаратного. Апаратний комплекс в мережі SDN керує фізичним обладнанням тому працездатність по окремому сценарію неможлива. Роль централізованої системи робить програмний сегмент більш складним і значущим, в програмно-керованих мережах як що з ладу вийде контролер або контролери (як що вони резервуються або розносяться) система буде непрацездатною. Як що вийде з ладу контролер тимчасово можливо буде вирішити цей інцидент за допомогою обхідної маршрутизації але треба розуміти що несправність треба буде усунути як можна швидше т.я. критерії мережі будуть знижатися за рахунок відсутності оптимального вузла.

Для розрахунку надійності апаратної частини транспортного сегменту мобільної мережі ми маємо можливість використати Структурну надійність.

Структурна надійність будь-якого апарату - його результуюча надійність при відомій структурній схемі і відомих значеннях надійності всіх елементів, складових структурну схему.

На рисунку 7 зображена схема залежності апаратної частини системи від програмної, та гібридний метод який як правило і є домінуючим в складних системах типа мобільної мережі.

В систему контролю входять як програмні, так і апаратні засоби (рис.7). Програмний контроль базується на використанні програм, що дозволяють виявляти помилки, і ділиться на програмно-логічний і тестовий контроль.

Прикладами програмно-логічного контролю є метод подвійного обчислення, використання різного роду тотожних співвідношень. Тестовим контролем називають перевірку працездатності контролера за допомогою випробувальних програм, які бувають контролюючими і діагностичними.

Контролюючі тести призначені для виявлення факту несправності контролера, в той же час діагностичні тести служать для визначення місця несправності з точністю, наприклад, до змінного блоку.

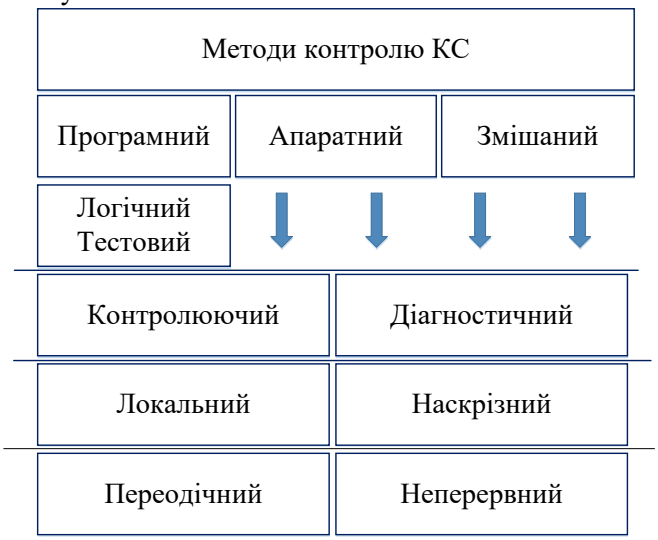

Рис.7 - Класифікація методів контролю КС.

Апаратним називають такий контроль, що здійснюється автоматично шляхом введення в контрольної апаратури. Як і програмний, він буває контролюючий і діагностичний.

Апаратні й програмні засоби контролю можуть бути наскрізними, коли контролюються всі без винятку вузли SDN, і локальними, коли контролюються окремі пристрої. Системи контролю можуть працювати безперервно або включатися періодично.

Апаратний і програмний методи контролю мають свої переваги і недоліки. Переваги програмних методів полягають у тому, що вони не вимагають включення до складу додаткового обладнання і, внаслідок цього, можуть бути застосовані в будь-якому типу мережі.. На відміну від програмних методів апаратний контроль не знижує продуктивності контролера, однак його використання вимагає додаткових апаратурних витрат. Тому в сучасних мережевих та компьютерних системах широко

використають комбінований програмно-апаратний контроль, що дозволяє при невеликих апаратурних витратах досягти високого охоплення контролем (до 95% всієї апаратури) [2]. При цьому виявлення і виправлення одиничних помилок, як правило, здійснюється апаратним контролем, а багаторазові помилки, виявлені як апаратним, так і програмним способами, усуваються .

Для контролю програмного забезпечення треба налаштувати автоматичний алгоритм роботи тестування програмного засобу, який зможе тестувати додатки API до того як ми їх використаємо в гіпервізорі.

В нашому випадку це можливо за допомогою віртуалізації NFV Network Functions Virtualization. Емалюються; робота мережі, потоків трафіку, процеси (які безпосередньо залежні від додатків).

Для оптимальної роботи мережі можливо використати **теорію визначення оптимального алгоритму маршрутизації** яка буде працювати на конкретному сценарії і на прикладному рівні розраховати який алгоритм є більш ефективним.

Резервування апаратної частини системи SDN

На рисунку 6 зображена схема роботи моделі, «Надійності системи мережі SDN»

Основний метод аналізу працездатності додатку – це його тестування. На рисунку 8 показано алгоритм тестування додатку за допомогою інформаційної технології

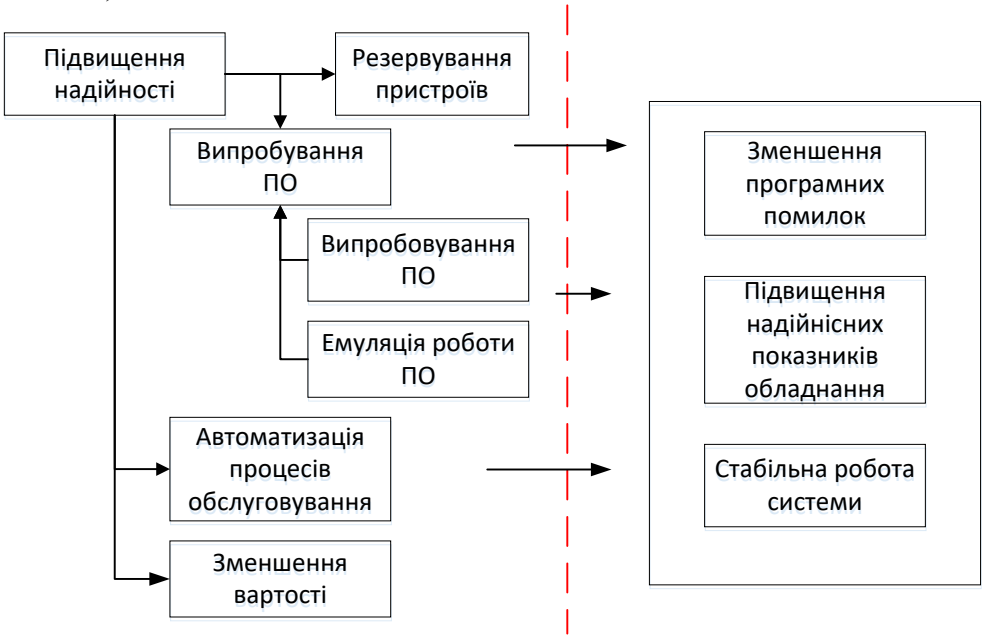

Рис.8 - Узагальнена структурно – логічна схема роботи моделі підвищення надійності SDN мережі

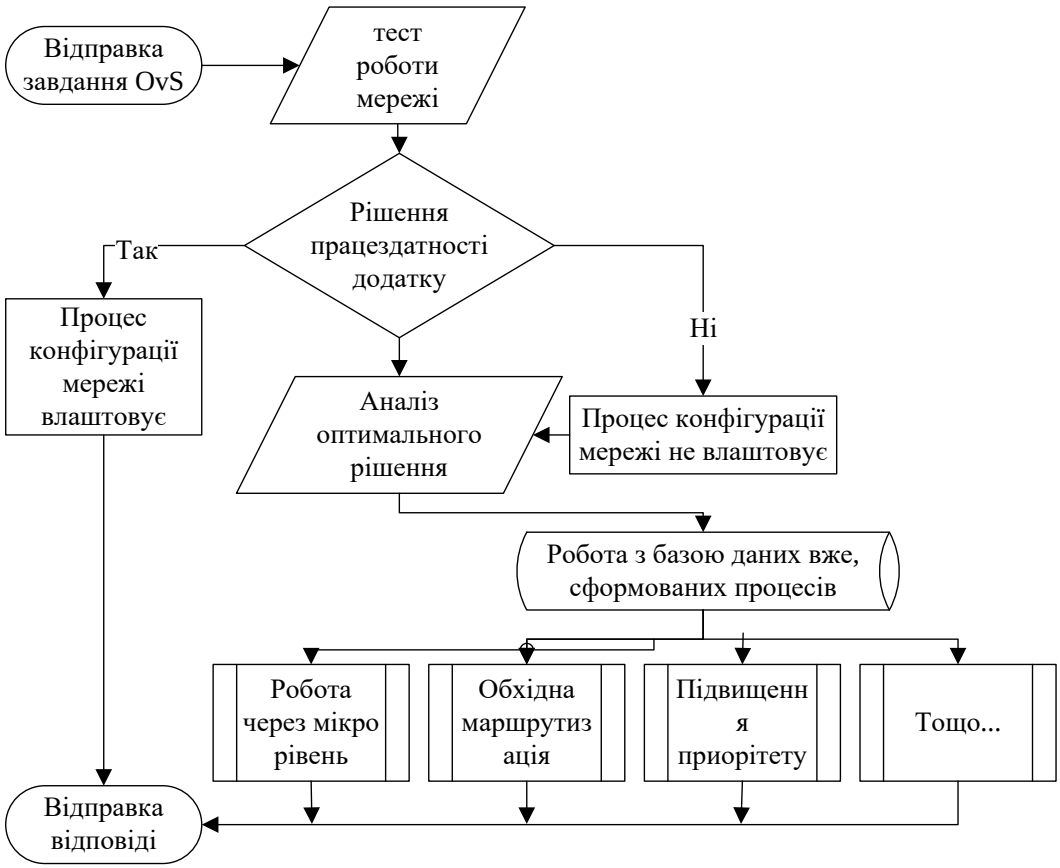

Рис. 9 - Приклад тестування додатку за допомогою інформаційної технології

При отриманні практичних даних система може контролювати стан мережі і тримати показники в межах встановленими користувачем або стандартом. Комплексне програмне забезпечення допоможе зменшити годину граничного стану мережі, зменшити терміни реконфігурації мережі, розрахувати затрати необхідні на ремонт або обслуговування обладнання.

Використовуючи першеобразні моделі (моделі про які йде річ а саме модель надійності та вартості компютерних мереж), можемо вивести додаткові функції, які будуть розраховати вартість ремонту та період подовження експлуатації після ремонту або технічного обслуговування.

Використовуючи першеобразні моделі: надійності та вартості комп'ютерних мереж (про них мова піде далі), можемо вивести додаткові функції, які будуть розраховати вартість ремонту та період подовження експлуатації після ремонту або технічного обслуговування.

Тестування додатків можливо виконати за допомогою алгоритму який також може аналізувати оптимальніший алгоритм для певного сценарію.

Реалізувати цей алгоритм можливо на прикладному рівні, на гіпервізорі NFV

Абстрактна схема будується по принципу розташування обєкту за його функціональними характеристиками.

Тобто як що об'єкт відмовить, стан всієї схеми не постраждає, це паралельні об'єкти зображено на рисунку 1а.

Якщо система вийде з лади при відмови блоку, це послідовна схема зображено на рисунку 1В.

Так як ми використовуємо централізовані системи, треба вказати що така система фактично являє собою послідовно розташованою блок схему зображено на рисунку 1D.

Та резервування системи рисунок 1 С

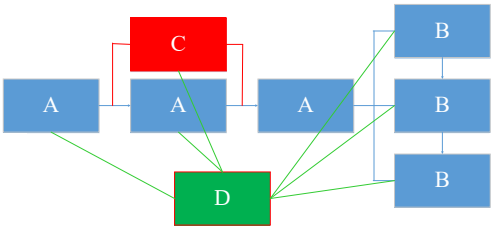

Рис.10 - Приклад розташування послідовної блок схеми

Основні недоліки підвищення надійності за допомогою методу резервування – це збільшення вартості та збільшення затримки за рахунок збільшення кількості вузлів, кожен з яких дає

затримку 0.022 мс., в програмно конфігурований мережах та (0,068 згідно імітаційному моделювання, та 0, 088.

На рис.11 бачимо результати моделювання мережі, до 99%, в даному случаї вартість мережі збільшується до 2х разів

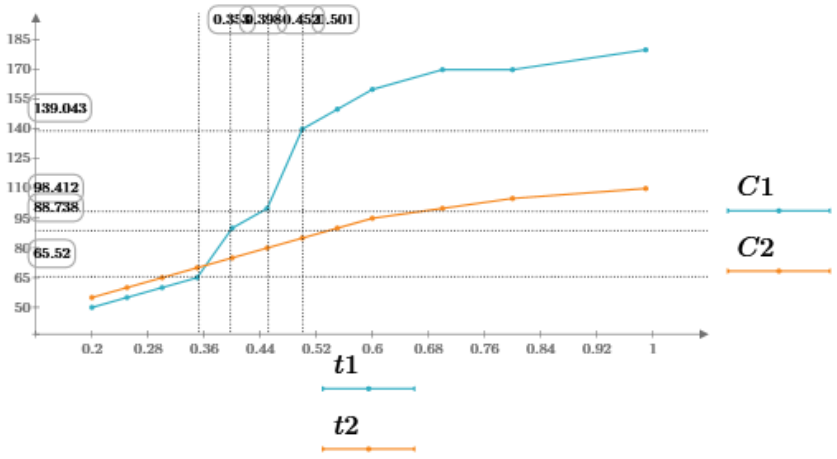

Рис.11 - Результат моделювання резервування системи, а саме підвищення надійності.

Для резервування контролеру необхідно долдати 30 % к вартості мережі. Для резервування кожного блоку, треба скористатися графіком та таблицею

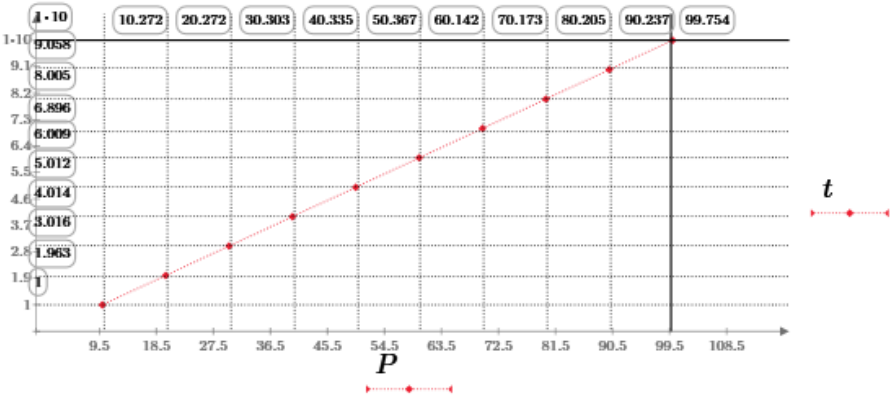

Рис.12 - Залежність надійності від вартості системи

Таблиця 2

Розразунок вартості резервувування системи SDN

	Вартість обл	Вартість обсл	Вартість ПО
Резервування контролеру	$(n+1)\cdot C_{con}$	$(E+1)\cdot C_{con}$	$+E$
Резервування OvS	$(n+1)\cdot C_{con}$	$(E+1)\cdot C_{con}$	$+E$
Інше	…	…	…
Загальне	$C_{dev}+E_{dev}+E=C_{cn}$		

де: n – кількість операцій, C_{dev} – вартість обладнання, E_{dev} - кількість операцій, E – вартість обслуговування

Залежність кожного додаткового блоку від затримки зображено на (рис.13). Кожний комутатор OvS додає затримку до 0.022-0.026мс. і зменьшує ефективність. Ефективність SDN при кількості комутаторів до 3х разів вища за IP тому для ефективного використання системи ми можемо продублювати кожний комутатор лише в 2 рази.

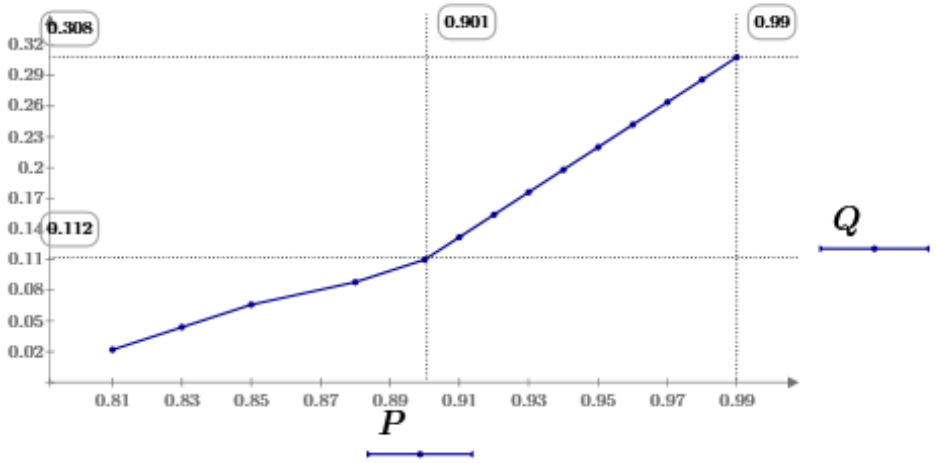

Рис.13 - Залежність кількісті комутаторів (затримка кожного комутатора) від затримки

5. ВИСНОВКИ

Надійність, показник динамічний, перемінна, характеристики об'єкту, зменшуються за тривалістю часу, саме за надійності.

Чим більше часу працює об'єкт, тим більше у нього негативних показників, таких як: відмова, часткова відмова, сбої в роботі як апаратної, так і програмної її частині, або рівня; і в крайньому випадку відмова.

Треба сказати що за часом обладнання старіє, як в апаратному так і в програмному, або як кажуть в «моральному» розумінні. Тобто це обладнання працювати не повинно, не тому що воно відмовило, а тому що за часом змінилось багато і стандартів і технологій.

Але на об'єкті, ми побачили, що процесом можливо керувати, за допомогою таких методів як резервування, та концентрацію навантаження. Зрозуміло що набагато ліпше робити керування програмним спосіб мережі SDN. Який ми саме розглянули, Та побудували архітектуру так названо гетерогенної мережі, яка накладаєтеся одна на одну, створюючи резервування децентралізованою мережею. Технологія ця має назву OpenFlow. Яка по ефективності На другому місті[5].

Виконані завдання розрахунку надійності мерами LTE за керуванням централізованих та децентралізованих методів керування цією мережею.

Та проаналізовано надійності характеристики мережі, яка керується за допомогою трьох способів, а точніше це IP мережі та SDN яка в свою чергу діляться на OpenFlow та Overlay .

Далі можливо розробити систему керування процесами обслуговування цієї системи, чим можливо керувати надійніними характеристиками об'єкту, та мати на увазі показники отказостійкості, критеріями чого являються, такі показники як, пропускна здатність, Таймінги сервісного затримання (0,08 сек, на маршрутизаторі наприклад.),годин напрацювання.

Треба зауважити що самою відмово стійкою являєтеся саме OpenFlow мережа, так як при виході із строю SDN контролера можна використати децентралізовану модель, то тіх пір доки мережа не буде відновлена.

6. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] В.Н. Азарсков, В.П. Стрельніков; "Надежность систем управления и автоматики," *Учебное пособие,* К.:НАУ,2004;

[2] Локозюк В.М. Савченко Ю.Г. Надійність; "Контроль, діагностика, і модернізація ПК," *Київ, видавничий центр «Академія»,* 2004.

[3] Погребинський С.Б., Стрельников В.П., "Проектирование и надежность многопроцесорных ЭВМ," *Радио и связь, Москва,* 1988;

[4] Вентцель Е.С., *Теория вероятностей*, Москва, Наука, 1969.

[5] Odarchenko, R., Abakumova, A., Polihenko, O., Gnatyuk, S., "*Traffic offload improved method for 4G/5G mobile network operator* , 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering," TCSET 2018 – Proceedings 2018-April, pp. 1051-1054

[6] Odarchenko, R., Abakumova, A., Tkalich, O., Ustinov, O. ,"LTE and wireless sensor networks integration in the concept of "smart home , 2016 IEEE 4th International Conference

Methods and Systems of Navigation and Motion Control," *MSNMC 2016* – Proceedings 7783100, pp. 35-38

[7] Василевський О.М., *Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник*, О.М. Василевський, В.О. Поджаренко.-Вінниця : ВНТУ, 2010.- 129с.

Даков Сергій Юрійович асистент кафедри кібербезпеки та захисту інформації.

У 2011 році закінчив Бердянський державний педагогічний університет за спеціальністю «Комп'ютерні технологій та системи в управлінні та навчанні».

У 2013 Вступив до аспірантури, «Національного авіаційного університету», на кафедру «Інформаційної безпеки держави»

Наукові інтереси: інформаційна безпека, електроніка, розробка електронних схем, програмування контролерів, дистанційне та автоматизоване керування.

Дакова Лариса Валеріївна Доцент кафедри, кандидат технічних наук

Педагогічний стаж роботи в вищих навчальних закладах - 7 років.

Викладає дисципліни: "Цифрові системи телебачення та радіомовлення", "Мережі кабельного телебачення" та "Системи цифрового телерадіомовлення".

Здійснює керівництво атестаційними роботами студентів освітніх ступенів «бакалавр».

.