

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, назва факультету)

Радіотехніки та телекомунікації
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

магістр
(рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему „Автоматичне формування бібліотеки аттракторів
під час контролю проходження мобільних абонентів
по міській вулиці“

Виконав: студент 6 курсу, групи РТ-913.4
спеціальності (напряму підготовки)

172 Телекомунікації та радіотехніки
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Голдман В.В.
(прізвище та ініціали)
Керівник Костенко В.О.
(прізвище та ініціали)
Рецензент Коваленко Ю.А.
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет ІІРЕ ФРЕТ

Кафедра Радіотехніки та телекомунікацій

Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр

Спеціальність 142 „Телекомунікації та радіотехніка“
 (код і назва)

Напрямок підготовки _____

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри К. М. Н. Гас

С. В. Мордавіна

20 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Григорію Вадиму Вадимовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Автоматичне формування бібліотекі атракторів під час контролю переходження мобільних абонентів по міській вулиці

керівник роботи доктор Кашенко В. О.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "31" 10 2018 року № 304

2. Строк подання студентом роботи 01.12.18р.

3. Вихідні дані до роботи

Моделювання потоку мобільних телефонів під час руху по вулиці міста на світлах.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Актуальність роботи та постановка задач на її виконання

2) Моделювання переміщення абонентів бездротові мережі стандарту IEEE 802.11

3) Можливості програмного пакету Ornet Modeler

4) Моделювання в Ornet Modeler можливості сценаріїв

5) Економічні розрахунки

6) Оцінка праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація Power Point

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконання завдання
1. Актуальність	Костенко В.О. доцент		
2. Методов. аспект	Костенко В.О. доцент		
3. Вибір прог. пакет.	Костенко В.О. доцент		
4. Методов. аспект	Костенко В.О. доцент		
5. Економічна таблиця	Кругликова В.В. доцент	24.09.18	26.10
6. Охорона праці	Коробко Р.В. старший викладач	24.09.18	05.11.18
7. Контроль	Мороз Т.Р. асистент кафедри РТТ		

7. Дата видачі завдання 01.09.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Актуальність роботи. Огляд літературних джерел	01.09 - 09.09	
2	Постановка задачі	10.09 - 16.09	
3	Вибір технічної зв'язки між головним вузлом і мобільними статтями (МС)	17.09 - 30.09	
4	Вибір програмного пакету для моделювання	01.10 - 14.10	
5	Аналіз переміщення абонентів під час масової зв'язки	15.10 - 21.10	
6	Моделювання в обраному пакеті Sprint	22.10 - 09.11	
7	Характеристика сучасного ринку зв'язку	10.11 - 17.11	
8	Врахунок економічної частини	18.11 - 24.11	
9	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	25.11 - 29.11	
10	Формування пояснювальної записки	30.11 - 01.12	

Студент

Тимошенко В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Костенко В.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 110 сторінок, 66 рисунків, 14 таблиць, 19 джерел

Об'єктом дослідження є бездротова мережа мобільних станцій (МС) об'єднаних в групу на обмеженій ділянці місцевості.

Мета роботи: показати переміщення мобільних абонентів під час проведення масових заходів, а точніше «Дня міста» і дослідити взаємодії міграції абонентів до головного атрактору. Припроходжені головної МС з мобільними станціями групи. Визначити основні параметри якості обслуговування QoS для технології IEEE 802.15.4 «ZigBee».

Наукова новизна результатів:

- 1) розроблено групову модель переміщення абонентів з урахуванням точок тяжіння;
- 2) застосовано метод моделювання руху абонентів з атракторами та реалізація різноманітних сценаріїв поведінки абонентів в групі до головного атрактору «Квіткові композиції».

Практичне значення результатів: одержані підсумки дозволяється використовувати під час дослідження бездротових мереж за реалізацією в стандарті IEEE 802.15.4 «ZigBee».

СТІЛЬНИКОВИЙ ЗВ'ЯЗОК, БАЗОВА СТАНЦІЯ, МОБІЛЬНА СТАНЦІЯ, ВУЗОЛ МЕРЕЖІ, ТОЧКА ДОСТУПУ, ПАКЕТ ДАНИХ, ПРИСТРІЙ, КООРДИНАТОР, КОМІРКА, МЕРЕЖА, КЛАСТЕР, ВУЗЕЛ, СТАНДАРТ, ЧАСТОТА, ПРОТОКОЛ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	10
1 АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА ЇЇ ВИКОНАННЯ.....	12
1.1 Виникнення локального перевантаження в осередку мережі	12
1.2 Способи вирішення проблеми локального перевантаження.....	13
1.3 Опис руху потоку абонентів при проведенні масових заходів	17
2 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ГОЛОВНИМ ВУЗЛОМ І МОБІЛЬНИМИ СТАНЦІЯМИ ГРУПИ	18
2.1 Бездротові децентралізовані самоорганізуючі мережі.....	18
2.2 Типи самоорганізуючих мереж	18
2.3 Розгляд бездротових технологій	19
3 ОПИС ОБРАННОЇ ТЕХНОЛОГІЇ.....	23
3.1 Принцип роботи технології ZigBee.....	23
3.2 Топологія мережі.....	23
3.2.1 Топологія зірка	24
3.2.2 Топологія дерева	25
3.2.3 Топологія полігону	27
3.3 Архітектура.....	28
3.4 Стандарт IEEE 802.15.4	29
3.4.1 Фізичний рівень стандарту IEEE 802.15.4	30
3.4.2 MAC рівень стандарту IEEE 802.15.4.....	31
4 ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЙОГО РЕЗУЛЬТАТИ.....	38
4.1 Огляд ПЗ для імітаційного моделювання мережі.....	38
4.1.1 Cisco Packet Tracer	39
4.1.2 NetCracker Professional	40
4.1.3 Opnet Modeler	41

4.2 Порівняльна характеристика програмного забезпечення для імітаційного моделювання	42
4.3 Моделювання пересування людей (абонентів).....	43
4.4 Формування бібліотеки аттракторів. Візуалізація потоку абонентів і бібліотеки аттракторів.	49
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	72
5.1 Важливість мобільного зв'язку на сьогоднішній день	72
5.2 Тенденції розвитку технологій на ринку зв'язку	73
5.3 Оцінка конкурентоспроможності мобільних операторів зв'язку України	77
5.4 Визначення трудомісткості та довготривалості роботи	80
5.5 Розрахунок витрат на реалізацію проекту.....	83
5.6 Бальна оцінка економічної ефективності проекту	87
5.7 Висновки по організаційно-економічним розрахункам.....	90
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	92
6.1 Аналіз потенційних небезпек	92
6.2 Заходи щодо забезпечення електробезпеки	94
6.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.....	96
6.4 Заходи з пожежної безпеки	100
6.5 Заходи щодо забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях	103
ВИСНОВКИ.....	107
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	108

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

БС	–	базова станція
ММЗ	–	мережі мобільного зв'язку
МС	–	мобільна станція
ПБС	–	пересувна базова станція
ПЗ	–	програмне забезпечення
ПК	–	персональний комп'ютер
ЕОМ	–	електронна обчислювальна машина
APL	–	прикладний рівень
APS	–	допоміжний рівень
BI	–	(BeaconInterval)інтервал сигналізації
BPSK	–	(Binary Phase Shift Keying) двійкова фазова маніпуляція
CAP	–	період доступу
CCA	–	очищення каналів оцінки
CDMA	–	(Code Division Multiple Access) множинний доступ з кодовим поділом
CFP	–	(Contention-Free Period) безконфліктний період
CSMA	–	(Carrier Sense Multiple Access) ймовірнісний мережевий протокол каналного (MAC) рівня
CSMA/CA	–	(Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance)множинний доступ з контролем несучої і униканням колізій
FFD	–	повнофункціональний пристрій
GSM	–	(Global System for Mobile Communications) глобальна система мобільного зв'язку
GTS	–	факультативний розподіл гарантованих часових місць
GUI	–	графічний інтерфейс
ISO/OSI	–	(International Standard Organization/Open Systems Interconnection) модель взаємодії відкритих систем

ISM	–	(Industrial, Scientific and Medical) частотний діапазон
LQI	–	індикатор якості посилення для прийнятих пакетів
LR-WPAN	–	низькошвидкісна бездротова персональна локальна мережа
LTE	–	(Long-Term Evolution) стандарт зв'язку четвертого покоління
MAC	–	(Media Access Control) управління доступом до носія
MANET	–	(Mobile Ad hoc Network) бездротові децентралізовані самоорганізовані мережі
NWK	–	мережевий рівень
O-QPSK	–	(OffsetQuadraturePhaseShiftKeying) квадратурная фазова маніпуляція із зсувом
PAN	–	(Personal Area Network) персональна мережа
PHY	–	(Physical layer) фізичний рівень
QoS	–	(Quality of Service) якість обслуговування
QPSK	–	(QuadraturePhaseShiftKeying) квадратурная фазова маніпуляція
RFD	–	знижений функціональний пристрій
RET	–	(Remote Electrical Tilt) управління кутом нахилу діаграми спрямованості
SD	–	тривалість суперкадра
UMTS	–	(Universal Mobile Telecommunications System) універсальна мобільна телекомунікаційна система
VANET	–	(Vehicle Ad hoc NETworks) мережі зв'язку транспортних засобів
WLAN	–	(Wireless Local Area Network) бездротова локальна мережа
WMAN	–	(WirelessMetropolitanAreaNetwork) бездротова мережа мегаполісів
WPAN	–	(Wireless Personal Area Network) безпроводні персональні мережі
WSN	–	(Wireless Sensor Networks) бездротові сенсорні (телеметричні) мережі

WWAN	–	(WirelessWideAreaNetwork) безпроводнаглобальнаобчислювальнамережа
ZC	–	функція координатора
ZDO	–	об'єктZigBee
ZED	–	термінальне обладнання ZigBee
ZK	–	ZigBee координатор
ZR	–	ZigBee маршрутизатор

ВСТУП

Високі темпи розвитку технічного прогресу в області сучасних телекомунікаційних систем ведуть до збільшення кількості абонентів, що використовують мобільні мережі. В даний час найбільшого поширення серед засобів рухомого зв'язку отримали стільникові мережі мобільного зв'язку, тому що вони доступні і прості у використанні. Від мобільних операторів потрібно надавати своїм абонентам якісне обслуговування (QoS). Необхідно забезпечити передачу різної інформації в будь-який час і в потрібне місце кожному користувачеві, щоб якість обслуговування була на хорошому рівні. Якість обслуговування абонентів пов'язано з перевантаженнями мережі мобільного зв'язку (ММЗ). Тому мережа повинна бути стійка до різних видів навантаження. У зв'язку з цим, важливою виявляється завдання швидкого реагування і застосування різних заходів, покликаних унеможливити перевантаження в окремому фрагменті мережі. Для вирішення даного завдання використовується спосіб прогнозу локального перевантаження для попередження оператора на окремій ділянці ММЗ в разі масового скупчення абонентів.

Відомо кілька способів і методів прогнозування перевантажень. Деякі ґрунтуються на прогнозі переміщення абонентів, використовується геолокація клієнта, яка постійно оновлюється, шукуються маршрути руху і визначаються закономірності.

У такому способі існує недолік, який пов'язаний із зайнятістю радіоканалу базовою станцією для постійного оновлення геолокаційних даних абонента. Такий контроль за кожною мобільною станцією призводить до неприпустимо великого навантаження на мережу сигналізації.

Дослідницьке співтовариство вкладає чимало зусиль в розробку моделей мобільності, які будуть більш точно відображати моделі мобільності і характеристики, наявні в реальних мобільних додатках. При русі в реальних сценаріях мобільності (наприклад, в парку, центрі міста, університетському містечку і т.д.) люди не поведуться випадковим чином, тому що вони схильні

формувати групи і кластери навіть при русі незалежно один від одного. Ці кластери формуються завдяки соціальній взаємодії між мобільними об'єктами, географічним обмеженням в просторі, внутрішньому тяжінню і т.д. Одним із способів охарактеризувати і описати мобільність, вивчити, як мобільні об'єкти скупчуються і взаємодіють, є просторова щільність мобільних вузлів. Просторова щільність вузлів може бути визначена як кількість вузлів, розташованих на заданій одиниці площі. Вона значно впливає на основні мережеві властивості, такі як можливість підключення і ємність. Щільність вузлів впливає також на основні мережеві функції, наприклад, доступ до середовища і маршрутизацію.

Сучасні абонентські термінали дозволяють організовувати зв'язок в групі. Наприклад, сучасний смартфон, що має доступ до мережі Інтернет, може бути точкою доступу для інших смартфонів. У той же час, термінали мають різні технологіями: Wi-Fi або Bluetooth, ZigBee. У роботі пропонується використовувати технологію стандарту IEEE 802.15.4 (ZigBee), яка є найбільше молода та перспективна технологія для побудови бездротових мереж з невеликими обсягами інформації, що передається.

У першому розділі розглядається актуальність роботи та постановка завдання. Виникнення локального перевантаження та способи вирішення проблеми, опис руху потоку абонентів.

У другому розділі розглядаються технології стандарту IEEE 802.15 які дають інструмент, що дозволяє моделювати поведінки групи МС.

У третьому розділі– описання вибраної технології.

У четвертому розділі–формування бібліотеки атракторів. Візуалізація потоку абонентів і бібліотеки атракторів. Експеримент: спостереження і контроль потоку абонентів уздовж вулиці в День міста.

У п'ятому розділі дається економічна оцінка виконаній роботі.

У шостому розділі розглядаються питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

1 АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА ЇЇ ВИКОНАННЯ

1.1 Виникнення локального перевантаження в осередку мережі

Темпи розвитку мобільного зв'язку з кожним роком збільшуються. Оператори надають додаткові телекомунікаційні послуги, стрімко зростає кількість абонентів. При цьому необхідно забезпечити якість обслуговування (QoS) абонентів. Тому оператори телекомунікаційних послуг повинні своєчасно реагувати на зміни трафіку мереж. Їм потрібен контроль зростання навантаження, щоб не допустити виникнення локального перевантаження мережі мобільного зв'язку (ММЗ).

В умовах нестабільного мережевого трафіку можливі ситуації, коли в межах невеликої території збирається велика кількість абонентів, які перевищують можливості одночасного обслуговування мережею. Дана подія може відбуватися на масових заходах, спортивних змаганнях, концертах, при надзвичайних подіях, дорожніх пробках і т.д. Такі ситуації призводять до збільшення навантаження на ділянці мережі, до локального перевантаження (рис. 1.1).

Абсолютно з кожним абонентом траплялися ситуації, коли при скупченні людей навіть при непоганому рівні зв'язку не вдавалося зв'язатися з іншим абонентом або вийти в мережу Інтернет. Стільникові мережі розраховані на певне навантаження. У кожному осередку вони також можуть забезпечити розмови або передачі даних кінцевому числу абонентів. У місцях масового скупчення абонентів навантаження можуть різко зростати в порівнянні зі звичайним режимом роботи для даного району. Якщо з одного невеликого району будуть одночасно дзвонити або приймати дзвінки багато абонентів, то додзвониться їм або до них не всім вдасться. Так виникає проблема стільникового оператора, який втрачає дохід, імідж через те, що послуга не

була надана. Для абонента так само виникає незручності. Він не має можливість використовувати стільниковий зв'язок для рішень будь-яких особистих питань.



Рисунок 1.1 – Приклад скупчення абонентів в період масових заходів

Актуальність роботи полягає в тому, щоб здійснити контроль за потоком абонентів, які прибувають в комірку- кандидата на перевантаження. Такий контроль дозволив би оператору працювати на межі своїх можливостей і не допустити перевантаження.

1.2 Способи вирішення проблеми локального перевантаження

Виконанням цієї проблеми активно займаються існуючі компанії стільникового зв'язку. Останнім часом оператори стали об'єднувати свої сили і спільно будувати мережі з високою пропускнуою здатністю в локальних зонах.

А перед масовими заходами оператори стільникового зв'язку підвозять ПБС (пересувні базові станції), щоб в певному місці уникнути можливих перевантажень мережі.

Такі ПБС можуть встановлюватися заздалегідь в торгових центрах, розважальних комплексах, на стадіонах і інших місцях (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Пересувна базова станція на масовому заході

Іншим способом боротьби з перевантаженнями у фрагменті мережі є використання багатопроменевих антен, які дозволяють збільшити пропускну здатність мережі на даній ділянці.

Наприклад, використання антени з системою RET (RemoteElectricalTilt - управлінням кутом нахилу діаграми) – один із способів боротьби з

перевантаженнями. Даний спосіб дозволяє оптимізувати характеристики променя за допомогою більш щільного радіочастотного включення. Можливо віддалено конфігурувати вертикаль антени і регулювати якість сервісів в залежності від кількості абонентів. Оптимізація мережі виконується за лічені хвилини, при будь-яких погодних умовах, тим самим забезпечується висока якість викликів і підвищується рівень обслуговування клієнтів [1-3].

Переваги такого управління нахилом:

- швидке реагування на зміну похибки в трафіку;
- великі можливості нахилу, в порівнянні з механічним нахилом;
- скорочення кількості помилок персоналу, завдяки точному управлінню.

Третім способом застосовують малі базові станції – пікосоти, для збільшення ємності мережі. Вони інтегруються з макромережами, використовують існуючу операторську інфраструктуру і є складовою частиною гетерогенної мережі. В мережах 3G / LTE пікосоти застосовують для вирішення точкових проблем з покриттям і збільшення пропускну здатності, в місцях з великою концентрацією абонентів.

Використання методу адаптивного розподілу каналів по стільниках з урахуванням навантаження полягає в тому, що частотні канали, всі або частково, знаходяться в оперативному розпорядженні центру комутації. Центр комутації виділяє канали для користування окремих осередків (базових станцій) у міру надходження викликів, тобто відповідно до реальної інтенсивності трафіку, але при дотриманні необхідного територіально-частотного розносу. Такий адаптивний алгоритм забезпечує підвищення ємності за рахунок гнучкого відстеження змін реального навантаження.

Четвертим способом вирішення даної проблеми може бути інформування оператора зв'язку про зростання потоку абонентів, які прибувають в осередок. Такий контроль – це фактичне прогнозування перевантаження. Якщо оператор знає про можливе перевантаження, то може прийняти технічні рішення для уникнення перевантаження роботи мережі. Деякі види прогнозування

запропоновані в роботах [4-5]. У роботі [6] запропоновано спосіб контролю потоку абонентів з урахуванням впливу атракторів. Потік рухається до головного атрактору, що знаходяться в осередку, де може виникнути перевантаження. Контроль же організовується в сусідній комірці, де ведеться облік кількості абонентів, які переходять із сусідньої комірки в комірку з головним атрактором. При цьому використовуються елементи організації MANET мереж, що забезпечує мінімальний трафік зв'язку з базовою станцією. Потік абонентів пропонується віртуально розбивати на осередки (строби). У кожному осередку (строб) призначається лідером, який здійснює періодичний контроль кількості підопічних абонентів, що рухаються до атрактору. Періодично цей лідер скидає інформацію на базову станцію (БС) про кількість абонентів в (строб) в даний момент, тобто повідомляє про зміни щільності потоку абонентів. Це дозволяє оператору базової станції осередку стільникового зв'язку, де знаходиться головний атрактор, контролювати потік прибувчих абонентів і приймати відповідні рішення.

Крім того, подібно MANET – мереж такий зв'язок всередині групи характеризується параметрами мережі:

- лідер групи призначається системою за деякими показниками;
- обмежений час існування мережі;
- передача малих розмірів інформації;
- невеликий радіус дії передавачів станцій.

А на відміну від систем, що самоорганізуються MANET-мереж в даному випадку немає необхідності прокладати шлях передачі інформації через групу абонентів.

Лідер призначається системою за такими показниками:

- володіє кращими технічними показниками;
- місце знаходження його поблизу центру віртуальної групи (кластери);
- має в своєму розпорядженні достатній резерв живлення.

Звичайно, при такій організації контролю трафік обміну інформацією між лідером і базовою станцією буде мінімальним і може бути навіть прихований за допомогою методів стеганографії.

1.3 Опис руху потоку абонентів при проведенні масових заходів

Назвемо осередок, в якому знаходиться головний атрактор, кандидатом на перевантаження. Для прогнозування перевантаження в головному осередку дозволяється здійснити контроль на зовнішніх його кордонах за кількістю прибуваючих абонентів. Щоб організувати такий контроль необхідно у всіх шести сусідніх прилеглих комірках організувати процес обліку кількості абонентів, які прагнуть в головний осередок до атрактора (рис.1.3).

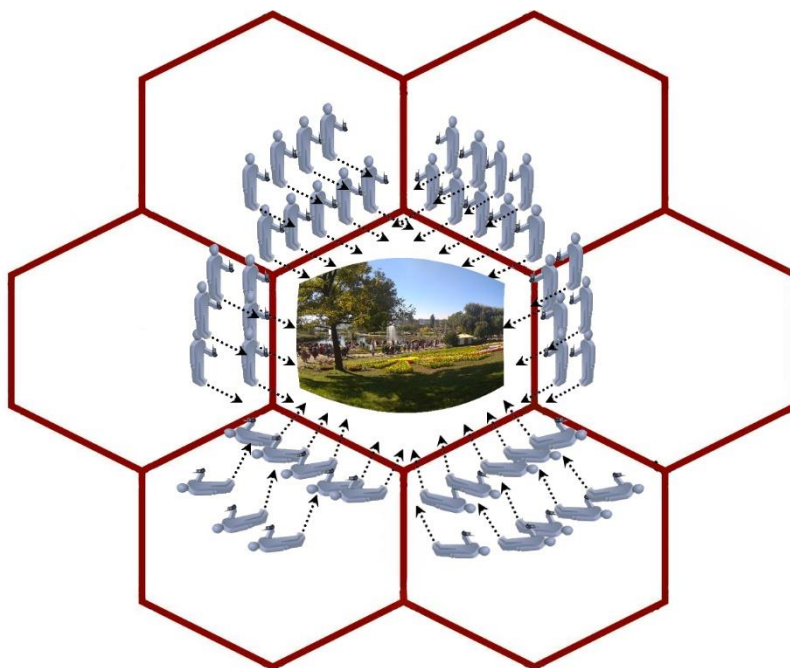


Рисунок 1.3— Процес обліку кількості абонентів, які прагнуть в головний осередок до атрактора

2 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ГОЛОВНИМ ВУЗЛОМ І МОБІЛЬНИМИ СТАНЦІЯМИ ГРУПИ

2.1 Бездротові децентралізовані самоорганізуючі мережі

Бездротові самоорганізуючі мережі (інші назви: бездротові ad hoc мережі, бездротові динамічні мережі) – децентралізовані бездротові мережі, які не мають постійної структури. Клієнтські пристрої з'єднуються на льоту, утворюючи собою мережу. Кожен вузол мережі намагається переслати дані призначені іншим вузлам. При цьому визначення того, якому вузлу пересилати дані, проводиться динамічно, на підставі зв'язності мережі. Це є відмінністю від провідних мереж і керованих бездротових мереж, в яких завдання управління потоками даних виконують маршрутизатори (в провідних мережах) або точки доступу (в керованих бездротових мережах).

Якщо в разі «традиційної» бездротової мережі ми повинні розгортати часто дорогу інфраструктуру базових станцій, то в разі самоорганізованих мереж достатньо однієї або декількох точок доступу. Суть самоорганізованих мереж – надання абоненту можливості доступу до різних мережевих послуг за допомогою передачі та прийому «свого» трафіку через сусідніх абонентів.

Якщо говорити простими словами, структура найпростішої самоорганізовуваної мережі вдає із себе велику кількість абонентів на деякій площі і одну або кілька точок доступу до зовнішніх мереж.

2.2 Типи самоорганізуючих мереж

Mesh мережі – радіомережі комірчастої структури, що складаються з бездротових стаціонарних маршрутизаторів, які створюють бездротову магістраль і зону обслуговування абонентів що мають доступ (в межах зони радіозв'язку) до одного з маршрутизаторів. Топологія – зірка, з випадковим з'єднанням опорних вузлів.

Ad hoc мережі – радіомережі з випадковими абонентами, які реалізують повністю децентралізоване управління при відсутності базових станцій або опорних вузлів. Топологія – фіксована з випадковим з'єднанням вузлів.

MANET (Mobile Ad hoc NETworks) мережі – радіомережі з випадковими мобільними абонентами, які реалізують повністю децентралізоване управління при відсутності базових станцій або опорних вузлів. Топологія – швидко змінюється з випадковим з'єднанням вузлів. До цього треба додати WSN (Wireless Sensor Networks) – бездротові сенсорні (телеметричні) мережі, що складаються з малогабаритних сенсорних вузлів з інтегрованими функціями моніторингу певних параметрів навколишнього середовища, обробки і передачі даних по радіоканалах. Вони можуть, в залежності від завдання, будуватися як топології mesh, ad hoc так і MANET; автомобільні мережі VANET (Vehicle Ad hoc NETworks) – мережі зв'язку транспортних засобів; і всілякі гібриди вищевикладеного.

На даний момент широким фронтом йдуть дослідження та застосування систем, що самоорганізують мережі в наступних сферах:

- військовий зв'язок;
- інтелектуальні транспортні системи;
- локальні мережі;
- бездротові сенсорні мережі.

Найбільшого поширення набули самоорганізовані мережі, в додатках використовуваних військовими і спеціальними службами, а також мережі з мобільними телеметричним датчиками. Однак існує і безліч інших областей застосування цих мереж орієнтованих на бізнес, освіту, розваги, промислові та комерційні завдання.

2.3 Розгляд бездротових технологій

Бездротова мережа – це гнучка інфраструктура, що представляє собою комплекс апаратно програмних засобів для передачі інформації. У бездротових

мережах передача даних застосовуються за допомогою радіохвиль. Бездротові мережі, прийнято класифікувати за територіальною ознакою. Зазвичай виділяють чотири типи: WWAN (Wireless Wide Area Network), WMAN (Wireless Metropolitan Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network) і WPAN (Wireless Personal Area Network).

Для вирішення поставленого завдання найоптимальнішими є мережі WPAN і WLAN. Нижче розглянуті технології, які відносяться до обраних територіальною ознакою.

Взаємодію головного вузла з мобільними станціями групи можливо реалізувати за допомогою наступних технологій: ZigBee, Wi-Fi та Bluetooth.

Wi-Fi – загальна назва для бездротових мереж на базі стандарту IEEE802.11. Wi-Fi був створений в 1991 році NCR Corporation / АТТ в Нідерландах. У 2009 році був затверджений стандарт IEEE802.11n в якому теоретично можлива швидкість досягає 600 Мбіт / сек. Основною перевагою Wi-Fi є широка поширеність і низький рівень випромінювання в момент передачі даних, близько 100 мВт.

Bluetooth почав розроблятися як бездротова альтернатива для кабельного інтерфейсу RS-232 в компанії Ericsson в 1994 році. У 2002 році був опублікований стандарт IEEE802.15.1 в який, на підставі угоди між Bluetooth SIG і IEEE, увійшла специфікація Bluetooth. Bluetooth SIG була заснована в 1998 році і складалася з таких великих компаній як Ericsson, IBM, Intel, Toshiba і Nokia. Для Bluetooth характерні ті ж переваги що і для Wi-Fi, з урахуванням того, що Bluetooth спочатку розроблявся як стандарт бездротової передачі між двома пристроями. Головний недолік Bluetooth для організації децентралізованої бездротової мережі – це невеликий радіус дії.

ZigBee працює поверх стандарту IEEE802.15.4, що описує рівень доступу до середовища і фізичний рівень, і є специфікацією мережевих протоколів верхнього рівня. Роботи над мережами ZigBee почалися в 1998 році, коли стало зрозуміло, що Wi-Fi і Bluetooth не підходять для деяких додатків. Специфікація 1.0 була випущена в 2004 році. ZigBee використовується в пристроях, що

працюють від автономних джерел живлення, що вимагають гарантованої передачі на низьких швидкостях, для створення самоорганізованої мережі з комірчастою топологією.

Наслідуючи всі традиційні недоліки бездротового зв'язку, такі як низька стійкість перед перешкодами і загальна пропускна здатність мережі, проблеми забезпечення безпеки даних, що передаються, самоорганізованої мережі стикаються з новим класом проблем, пов'язаних з ефективністю застосовуваних методів маршрутизації, а також організації фізичного і канального рівня. Питання побудови мобільних систем, що до самоорганізування мереж потребують вирішення інженерних і програмно-апаратних завдань планування мережевого трафіку, і розробки протоколів його маршрутизації. При цьому необхідно враховувати безперервну зміну топології мережі через переміщення вузлів або умов розповсюдження сигналу, обмеження зони радіовидимості і смуги пропускання радіоканалу, лімітований ресурс джерел живлення бездротових вузлів та ін. Внаслідок цього реалізація протоколів маршрутизації в мобільних системах, що самоорганізуються в мережах має ряд істотних відмінностей від реалізації аналогічних протоколів в інфраструктурних мережах.

Не менш важливим для ефективної роботи бездротових мереж є організація рівня доступу до середовища (MAC) через його складності і глобального мережевого впливу. Нераціональна організація множинного доступу до середовища значно впливає на швидкість передачі пакетів по мережі, аж до її непрацездатності. В Wi-Fi, як і в ZigBee, використовується багатостанційний доступ з контролем несучої і запобіганням колізій – CSMA / CA. При цьому середовище передачі резервується для передавальної станції, але резервування середовища за методом CSMA / CA вимагає суворої симетричності ліній і певних елементів координованого управління, що для мобільної самоорганізованої мережі небажано через порушення принципу однорідності вузлів мережі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз бездротових технологій

Технологія бездротової передачі даних (стандарт)	ZigBee (IEEE 802.15.4)	Wi-Fi (IEEE 802.11b)	Bluetooth (IEEE 802.15.1)
Частотний діапазон	2,4 – 2,483 ГГц	2,4 – 2,483 ГГц	2,4 – 2,483 ГГц
Пропускна здатність, кбіт / с	250	11 000	723,1
Розмір стека протоколу, кбайт	32 – 64	более 1000	более 250
Час безперервної, автономної роботи від батареї, дні	100 – 1000	0,5 – 5	1 – 10
Максимальна кількість вузлів в мережі	65 536	10	7
Діапазон дії, м (середнє значення)	10 – 100	20 – 300	10 – 100
Області застосування	Віддалений моніторинг і управління	Передача мультимедійної інформації (Інтернет)	Заміщення дротової мережі

Для моделювання переміщень МС, та отримання досліджуваних характеристик між МС і головним вузлом ми обрали технологію ZigBee, тому що вона є мало вивченою і в разі застосування мобільних станцій, що підтримують цю технологію гарантується мале споживання потужності, що є великою перевагою.

3 ОПИС ОБРАННОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

3.1 Принцип роботи технології ZigBee

У мережі IEEE 802.15.4 існує два типи базових пристроїв: Повнофункціональний пристрій (FFD) і Знижений функціональний пристрій (RFD). FFD може взаємодіяти з RFD або іншими FFD, тоді як RFD може спілкуватися тільки з FFD. FFD може працювати в трьох моделях бездротових особистих мереж: координатор ZigBee, маршрутизатор ZigBee, пристрій ZigBeeEndDevice [7].

ZigBee-координатор (ZK) – повинен мати принаймні один вузол і координатор ZigBee. Цей вузол забезпечує повну структуру протоколу та всі послуги, які надає ZigBee. Цей пристрій може працювати в декількох режимах, таких як координатор, маршрутизатор або кінцевий пристрій.

ZigBee-маршрутизатор (ZigBeeRouter–ZR). Основне завдання маршрутизатора – пересилати повідомлення з одного вузла в інший. Це також дозволяє підключати віддалені кінцеві пристрої поза межами досяжності координатора.

Термінальне обладнання ZigBee (ZigBeeEndDevice – ZED). Термінальні пристрої працюють від акумулятора та можуть переходити в сплячий режим, коли не передаються. Їх завданням є відправлення повідомлень від датчиків [7].

3.2 Топологія мережі

IEEE 802.15.4 LR-WPAN може, на основі вимог програми, працювати з двома топологічними зв'язками: топологією зірки або рівнем доступу.

У зірковій топології зв'язок побудований між пристроями та одним головним контролером, який загалом називається PAN координатором.

Пристрій зазвичай має певні пов'язані властивості і служить як початковою або кінцевою точкою мережевого зв'язку. PAN координатор може

також мати своє конкретне використання, але зазвичай він використовується для ініціювання, припинення дії або маршруту зв'язку у межах своєї мережі.

PAN координатор є основним регулюючим пристроєм PAN. Всі пристрої, що працюють у мережі, отримуватимуть призначену PAN-адресу. Ця адреса - це довгий (64-розрядний двійковий код) або усічений (16-розрядний двійковий код). Пристрій може бути надійно виявлений навіть у випадку скороченої адреси. MAC-адреса джерела та призначення є також необхідною вимогою для адресації мережі. Ці адреси необхідні, щоб дозволити пристрою спілкуватися один з одним у мережі PAN (рис.3.1).

PAN джерела ID 0/2 байт	Адреса джерела 0/2/8 байт	Мікросхема адреса 0/2/8 байт	PAN ID сiле 0/2 byte
Поле адреси			

Рисунок 3.1 – Поле адреси кадру MAC

3.2.1 Топологія зірка

У цій топології завжди визначається один пристрій, який приймає функцію координатора (ZC), а інші пристрої ведуть себе як кінець (ZR і ZED). Використання маршрутизатора ZigBee у цьому випадку не потрібне, оскільки воно не використовуватиме всі його функції. Кожен термінальний пристрій спілкується тільки з координатором (рисунок. 3.2.) [8]. Якщо кінцевий пристрій надсилає повідомлення на інший кінцевий пристрій, він повинен бути закінченим координатором. Теоретично, у цій організації можуть бути задіяні понад 65 000 ЗЕД. Термінальні пристрої можуть живитися від батарей, в той час як координатор повинен жити від мережі, оскільки це вимагає більшого навантаження. Як тільки ZC активовано, він намагається стати координатором PAN. Якщо це станеться, створить власну мережу. Після налаштування мережі він вибирає ідентифікатор PAN, 16-бітний однозначний номер, який визначає цю нову мережу і не використовується в будь-якій іншій мережі, що

знаходиться в межах радіодіапазону. Це гарантує, що не поширюються накладені мережі. Зіркове з'єднання найчастіше використовується для автоматизації невеликихбудівель, для взаємоз'єднання комп'ютерної периферії.

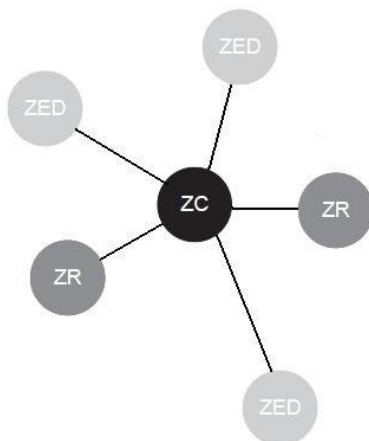


Рисунок 3.2 – Підключення до топології зірка

3.2.2 Топологія дерева

Топологія дерева – це рівний одноранговий випадок, коли більшість пристроїв виконують функції маршрутизатора.

Також у топології дерева існує лише один функціональний координатор PAN, але, на відміну від топології зірок, цей координатор не повинен бути пов'язаний з усіма іншими пристроями топології. Підключення між пристроями, недоступними координатору PAN, надається FFD, які функціонують як топології маршрутизаторів (див. рисунок 3.3). Ця топологія забезпечує можливість розгортання більш складних мережевих форматів. Звичайно, є спосіб обмежити мережеві зв'язки на певній відстані. PAN координатор визначає канал для зв'язку. Філії знаходяться на інших пристроях, більшість з яких виконують функції маршрутизатора та дозволяють мережевий зв'язок з іншими пристроями. Кожен з цих маршрутизаторів може виконувати функцію координатора та синхронізувати інші пристрої, підключені до нього;

але тільки один ZR є основним, який має більше можливостей та ресурсів, ніж інші.

PAN координатор створює першу групу, вибравши безкоштовний ідентифікатор PAN та надсилаючи кадри синхронізації до сусіднього пристрою. Цей сигнал фіксує та надсилає запит для включення в основну мережу. Якщо координатор надає їм дозвіл, вони будуть додані до основної мережі, а їх ідентифікатор буде доданий координатором PAN у список. Після цього знову підключений пристрій автоматично запускає маяк і шукатиме додаткові пристрої, які в кінцевому підсумку могли б також підключатися до мережі. Перший координатор PAN може потім направити новоз'єднаний пристрій, щоб він став координатором PAN у новій гілці, що прилягає до першої.

У тому випадку, якщо у новій мережі є більше адаптації до координатора PAN, у технології ZigBee є спеціальний механізм для цього випадку, який однозначно визначатиме ZC.

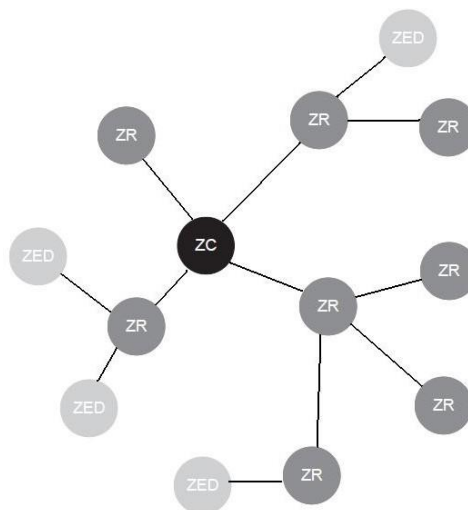


Рисунок 3.3 – Підключення до топології дерева

3.2.3 Топологія полігону

Останньою, третьою топологією є топологія полігону. Це гібридна топологія між топологічним деревом та зіркою. Координатор зв'язується з кінцевими пристроями багатостороннім способом. Якщо термінал знаходиться безпосередньо в межах досяжності координатора мережі, він безпосередньо зв'язується з ним, а якщо він знаходиться в межах досяжності маршрутизатора, то також з ним зв'язується (рис. 3.4). Це дозволяє кілька перемичок між маршрутизаторами від одного пристрою до іншого при передачі повідомлення. Він поєднує два раніше описаних способи взаємоз'єднання. Під час перенесення ми передаємо надлишкові дані, які вже передані іншим способом. З іншого боку, за допомогою цього методу ми збільшуємо надійність всієї мережі, оскільки як що один з вузлів не працює, ZigBee самостійно буде шукати новий шлях передачі.

Цей кластер використовується в таких додатках, як промисловий контроль, моніторинг, сенсорні бездротові мережі та відстеження пристроїв.

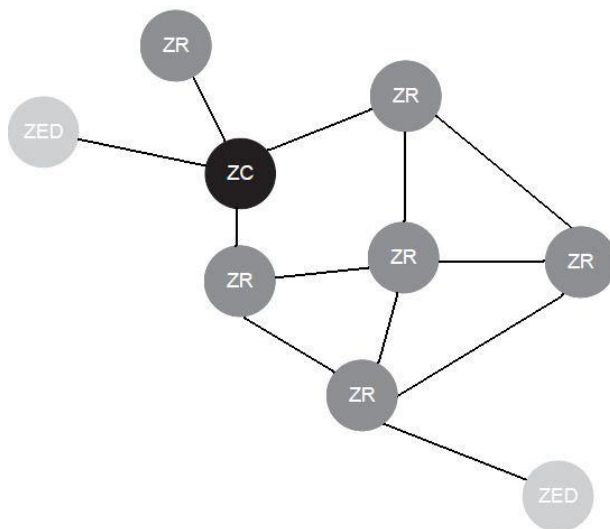


Рисунок 3.4 – Підключення до топології полігону

3.3 Архітектура

Стандарт ZigBee працює на аналогічній основі як семирівнева модель ISO / OSI, але використовує лише рівні, важливі для функціональних можливостей у цій області (рис. 3.5) [7]. Серед двох найнижчих рівнів, що використовуються ZigBee, ми включаємо фізичний рівень PHY та підрівень MAC.

Над цими рівнями є мережевий рівень NWK і додаток APL, який складається з трьох рівнів:

- допоміжний підрівень програми APS;
- об'єкти ZigBeeZDO;
- об'єкти застосування, визначені виробником.

Підсистема допоміжного додатка бере на себе власні таблиці з'єднання, які дозволяють підключати два пристрої до їх потреб;також забезпечує обмін повідомленнями між взаємопов'язаними пристроями.

Об'єкт ZigBee визначає ролі мережного пристрою та встановлює безпечне з'єднання між ними. ZDO також шукає мережеві пристрої та послуги.

Мережевий рівень забезпечує кадри, направляє їх до цільових вузлів, а також знаходить інформацію про найближчі вузли. Конкретно, координатор ZigBee має спеціальний мережевий рівень, який виникає тільки на повністю функціональних пристроях, і який дає нові адресні пристрої.

Синхронізація та безпека радіосигналу забезпечується MAC рівнем, який також перевіряє дійсність кадра та прийом, а також керування пошуком тарозпізнаванням адреси [7].

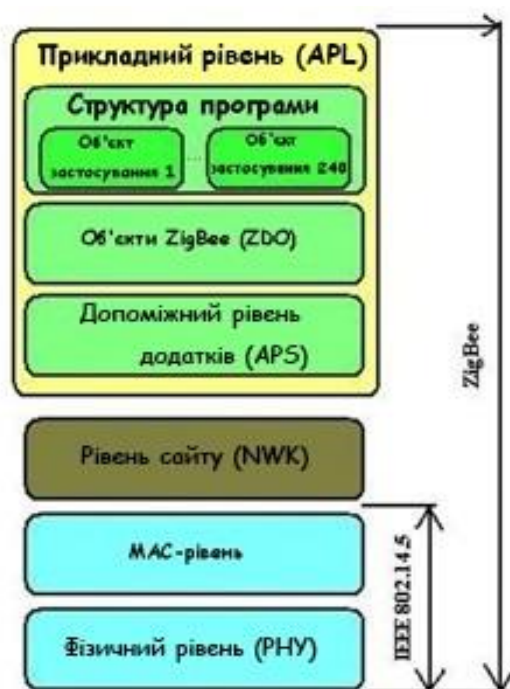


Рисунок 3.5 – Довідкова модель стандарту ZigBee

3.4 Стандарт IEEE 802.15.4

Стандарт 802.15.4 визначає підрівень фізичного (PHY) та лінійного (MAC) для повільних підрівнів із низькою швидкістю передачі даних (LR-WPAN) з фіксованими, портативними або рухомими пристроями.

Деякі з характерних LR-WPAN:

- швидкість передачі 250 Кбіт/с, 100 Кбіт/с, 40 Кбіт/с та 20 Кбіт/с;
- підключить зірку або однорангової мережі;
- призначення короткої 16-розрядної або розширеної 64-розрядної адреси;
- факультативний розподіл гарантованих часових місць (GTS);
- протокол, який підтримує повне підтвердження надійності передачі;
- низьке споживання енергії;
- виявлення живлення;
- механізм пошуку в мережі;
- механізм формування та підключення мереж;

- механізм виявлення порушень і "шумів" на окремих каналах;
- механізм зміни каналу.

3.4.1 Фізичний рівень стандарту IEEE 802.15.4

Стандарт визначає кілька базових радіочастот. Через різні визначення радіодіапазонів в Європі та Америці було визначено три основні діапазони частот: у всьому світі, у Європі та Америці. Порівняння окремих територій наведено в таблиці 3.1 [9].

ZigBee, що працює в смузі пропускання 2,4 ГГц, – це модульований сигнал за допомогою функції OffsetQuadraturePhaseShiftKeying (O-QPSK); що забезпечує зниження паразитної модуляції над традиційним QPSK.

У американських та європейських версіях модуляція використовується на частотах 868 та 915 МГц двофазний фазовий ключ (BPSK – BinaryPhase-ShiftKeying)

Таблиця 3.1 – Порівняння смуг частот, що використовуються в різних регіонах світу

Частота	Частотний діапазон	Територія	Передачашвидкість	Канали	Ні канал
2,4 GHz	ISM	У всьому світі	250 кб/с	16	11 – 26
868 MHz	ISM	Європа	20 кб/с	1	0
915 MHz	ISM	Америка	40 кб/с	10	1 – 10

Фізичний рівень відповідає за наступні завдання:

- увімкнення та вимкнення радіопередавача / приймача;
- управління живленням на основі поточного каналу;
- LQI –індикатор якості посилення для прийнятих пакетів;

- очищення каналів оцінки (CCA) для багаторазового доступу до CSMA;
- вибір частоти каналу;
- прийом та передача даних/

3.4.2 MAC рівень стандарту IEEE 802.15.4

Рівень MAC контролює весь доступ до фізичних радіоканалів і відповідає за наступні завдання:

- якщо пристрій є координатором, він генерує мережеву синхронізацію;
- синхронізує мережу з фреймами маяка;
- підтримує безпеку пристрою;
- забезпечує та підтримує механізм гарантованого тайм-слоту GTS.

Підрівень MAC керує механізмами управління маяка, доступом до каналів, часовими інтервалами (GTS), перевіркою кадрів, підтвердженням прийому кадрів, об'єднанням та відключенням вузлів.

Протокол MAC підтримує два режими роботи, визначені координатором PAN.

Режим включення маяка (у режимі синхронізації): рамка маяка періодично генерується координатором PAN, щоб визначити її PAN, синхронізувати пристрій у своїй групі та характеризувати структуру суперкадра (рис. 3.6) [10].

Режим без підключення до маяка (в режимі без синхронізації): пристрій може просто надсилати свої дані через механізм CSMA-CA. У цьому режимі не використовується структура суперкадра. Перевагою цієї схеми є масштабованість і самоорганізація. Проте цей режим без підписів не може забезпечити будь-яку гарантію на час доставки фреймів даних.

Коли координатор PAN вибирає режим включення маяка, він буде використовувати суперкадр для керування зв'язком між пристроями, що

належать PAN.

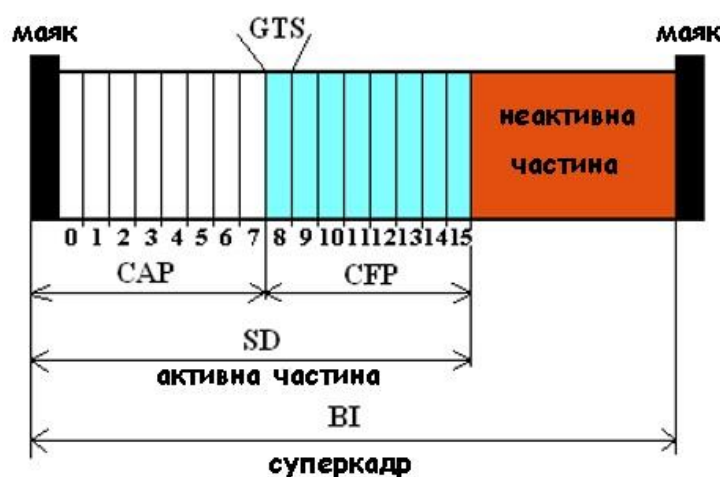


Рисунок 3.6 – Структура суперкадра

Формат суперкадра визначається координатором PAN і відповідає інтервалу сигналізації (BI-BeaconInterval), який визначається часом між послідовними сигналами. BI містить активний період, за яким необов'язково може слідувати неактивний період. Активний період відповідає довжині суперкадра (SD– тривалість суперкадра) і ділиться на 16 однакових слотів, через які дані можуть надсилатися. У неактивній частині пристрій може перейти в режим низької потужності.

Кожен активний період може бути додатково поділений на "Період доступу до конфлікту" (CAP), коли здійснюється зв'язок CSMA-CA або, необов'язково, у "Вільний час" (CFP). CFP активується потім, вимагає координатор кінцевої команди PAN. Після отримання цього запиту координатор PAN перевіряє наявність достатніх ресурсів і, якщо так, розподіляє запити на часовий інтервал.

Ця група запитів на слот називається "Гарантованими тайм-слотами" (GTS) і зарезервована винятково для пристрою, який його просив. CFP підтримує до 7 GTS, і кожна GTS може містити кілька часових інтервалів. Проте призначення GTS не може обмежувати довжину CAP до меншої, ніж значення, зазначеної мінімальною константою CAP [10].

Моделі передачі даних. Існує три типи передачі даних. Перша – це передача даних від кінцевого пристрою, який надсилає дані координатору. Другий тип передачі відбувається від координатора до пристрою, який отримує дані. Останній третій тип передачі – це передача даних між двома еквівалентними вузлами.

У зірковій топології існують лише перші два типи передач; це тому, що дані можуть обмінюватися лише між координатором і кінцевим пристроєм. У топології рівних рівнів дані можуть передаватися між двома вузлами мережі – всі три моделі можуть бути використані.

Механізм типу передачі залежить від того, чи підтримує мережа передачу маяків.

PAN з включенням маяка використовується в мережах, що вимагають підтримки синхронізації або низької затримки для пристроїв, таких як периферія ПК.

Якщо для мережі не потрібна підтримка синхронізації або низької затримки для пристрою, можна вибрати передачу без синхронізації. У будь-якому випадку синхронізація потрібна для виявлення мережі.

Передача даних координатору. Якщо пристрій має передавати дані координатору в режимі включення маяка, він чекає, поки він не захопить маяк від координатора. Коли цей сигнал приймається, пристрій синхронізується зі структурою суперкадра. У потрібний час, використовуючи слот CSMA-CA, пристрій надсилає кадр даних. Нарешті, координатор підтверджує успішне отримання даних, надіславши рамку підтвердження. Така ситуація показана на рис. 3.7 [11].



Рисунок 3.7 – Координаційна модель передачі даних в режимі включення маяка

Проте, якщо кінцевий пристрій хоче надсилати дані у не маяк режимі, він просто надсилає кадр даних за допомогою незалежного координатора CSMA-SA. Координатор підтверджує успішне отримання даних, надіславши необов'язковий кадр підтвердження, таким чином завершуючи транзакцію. Рисунок 3.8 [11] фіксує цю ситуацію.



Рисунок 3.8 – Координаційна модель передачі даних у режимі не маяк режиму

Передача даних від координатора. Якщо координатор передає дані на пристрій у режимі синхронізації, він вказує в кадрах синхронізації мережі, що в ньому є очікувані дані. Пристрій регулярно слухає мережеві сигнали та надсилає запитовані дані команд MAC за допомогою слота CSMA-SA, коли він чує очікуване повідомлення даних. Координатор відповідає рамкою підтвердження, що він успішно прийняв запит на передачу даних. Рамки

очікуваних даних надсилаються за допомогою слота CSMA-CA або, якщо можливо, відразу після кадру підтвердження (рис.3.9).

Якщо дані були успішно отримані, пристрій відповідає, надіславши додатковий кадр підтвердження. Операція завершена. Після успішного завершення передачі повідомлення буде видалено з списку обробника маяка.

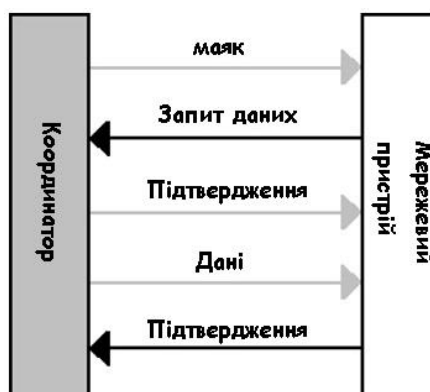


Рисунок 3.9 – Режим передачі даних від координатора в режимі синхронізації

Якщо координатор хоче передавати дані в режимі без дозволу, він зберігає дані для відповідного пристрою і чекає на запит даних пристрою. Як правило, пристрій контактує з ним, надіславши запит МАС, що запитує дані. Координатор підтверджує успішне надходження запиту даних, відправивши рамку підтвердження.

Якщо у координаторі пристрою є очікувані дані, він позначатиме цей факт в рамці підтвердження, що з'явиться після запиту даних або в кадрі корисної інформації. Якщо запит вирішено, кінцевий пристрій надсилає підтвердження про успішне отримання даних, а передача закінчиться (рис. 3.10)[11].

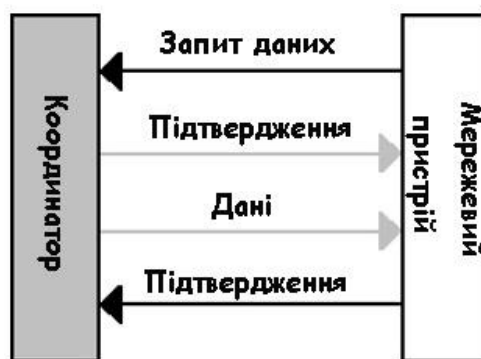


Рисунок 3.10 – Режим передачі даних від координатора в режимі не синхронізації

Типи кадрів:

1) маяк кадр – використовується для синхронізації, у мережах, що підтримують маяки, він використовується для пробудження користувацьких пристроїв. Передача суперкадра може повторюватися з інтервалом від 15 до 252 с;

2) кадр даних – для всіх передач даних, він може використовуватися для передачі до 104 байтів корисних даних;

3) рамка підтвердження – служить для підтвердження успішної схеми. Вони транслюються відразу ж після отримання кадру даних у часі між кадрами (IFS – InterframeSpace);

4) MAC командний кадр – використовується для налаштування та керування клієнтськими пристроями в мережі. На рис. 3.11 [8] зображено структури різних типів кадрів, що використовуються в MAC-рівень. Максимальна довжина цих кадрів – 127 байт.

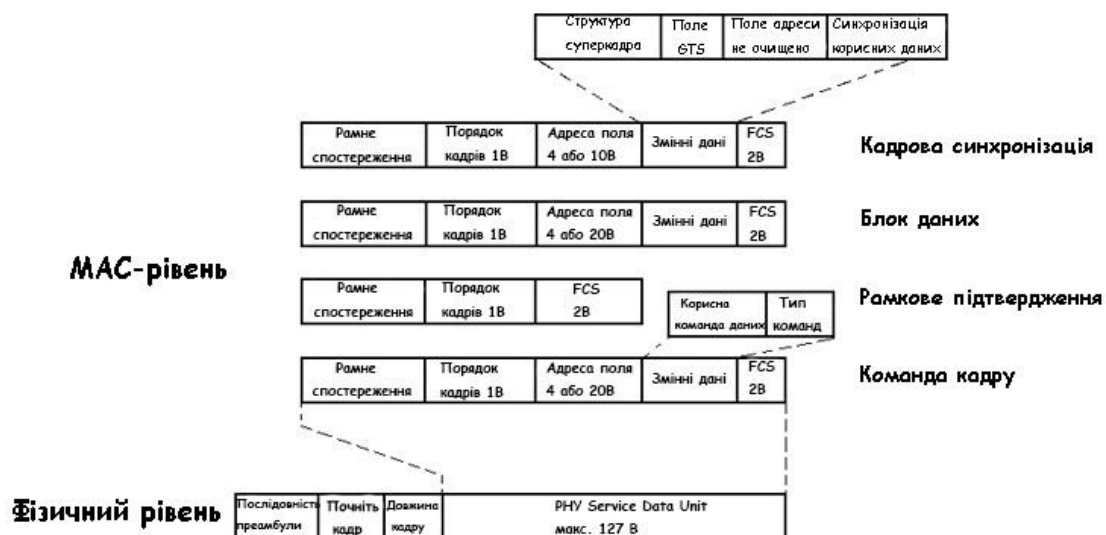


Рисунок 3.11 – Структури різних типів кадрів

4 ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЙОГО РЕЗУЛЬТАТИ

Спочатку виберемо найбільш відповідне програмне забезпечення для проведення імітаційного моделювання.

Було проаналізовано наступні програми:

- Cisco Packet Tracer;
- Net Cracker Professional;
- Riverbed OPNET Modeler 14.5.

4.1 Огляд програмного забезпечення для імітаційного моделювання потоку абонентів

Імітаційне моделювання незамінне для аналізу працездатності, якими і є мобільні мережі.

Основною особливістю програмного забезпечення, яке дозволяє імітувати роботу мережі, зв'язку є можливість відстеження подій на різних рівнях моделі (канальний, фізичний) мережі. Щоб результати моделювання були близькі до реальності, імітаційне програмне забезпечення має досить точно відтворювати всі основні параметри реального обладнання.

Симулятори дають можливість оцінити роботу мережі по більш широкому діапазону параметрів.

Мережеві симулятори в процесі своєї роботи можуть збирати статистику про найбільш важливі події, що відбуваються в моделі (втрати, передача пакетів, коефіцієнт використання каналів).

В даний момент ринок програмного забезпечення наповнений безліччю рішень, більшість яких є великими програмними пакетами, які прагнуть охопити все різноманіття телекомунікаційних мереж.

Існує безліч продуктів, безкоштовне використання в некомерційних цілях для навчальних закладів або приватних осіб. Обмеження для інших цілей обумовлюються в ліцензії продукту. Вихідний код знаходиться або у вільному

доступі, або його висилають за запитом. Найбільш бажані з цієї точки зору – відкриті програмні пакети. Розглянемо деякі найбільш популярні пакети [12].

4.1.1 Cisco Packet Tracer

Програмний пакет Cisco Packet Tracer розроблений компанією Cisco і рекомендований використовуватися при вивченні телекомунікаційних мереж і мережевого устаткування, а також для проведення уроків з лабораторних робіт у вищих закладах.

Основні можливості Packet Tracer:

- дружній графічний інтерфейс (GUI), що сприяє до кращого розуміння організації мережі, принципів роботи пристрою;
- можливість змодельовати логічну топологію: робочий простір для того, щоб створити мережі будь-якого розміру на CCNA-рівні складності;
- моделювання в режимі real-time (реального часу);
- режим симуляції;
- багатомовність інтерфейсу програми, що дозволяє вивчати програму на своїй рідній мові;
- вдосконалене зображення мережевого обладнання зі здатністю додавати / видаляти різні компоненти;
- проектування фізичної топології: доступна взаємодія з фізичними пристроями, використовуючи такі поняття як місто, будівля.

Широке коло можливостей даного продукту дозволяє мережевим інженерам: конфігурувати, налагоджувати і будувати обчислювальну мережу. Також даний продукт незамінний в навчальному процесі, оскільки дає наочне відображення роботи мережі, що підвищує освоєння матеріалу учнями.

На заключному етапі, після того як мережа спроектована, фахівець може приступати до конфігурації обраних пристроїв за допомогою термінального доступу або командного рядка.

PacketTracer здатний моделювати велику кількість пристроїв різного призначення, а також чимало різних типів зв'язків, що дозволяє проектувати мережі будь-якого розміру на високому рівні складності [13].

4.1.2 NetCracker Professional

Програмний продукт NetCrackerProfessional, розроблений компанією NetcrackerTechnology, це інструмент для проектування і моделювання як локальних (одно- і багаторівневих), так і розподілених мереж, який представляє модель мережі в унікальному, динамічному і візуальному вигляді. Програма містить базу даних з тисячами мережевих пристроїв різних виробників і дозволяє створювати, і додавати в базу власні пристрої. Графічний інтерфейс drag-and-drop дозволяє проектувати і планувати мережі легко – без навчання.

Однією з найбільш цікавих і корисних функцій програми є наочна імітація роботи мережі за допомогою анімації. Після того, як мережа спроектована, ми можемо поставити в ній види трафіку і перевірити її роботу, використовуючи функцію NetCracker Professional Auto Simulation і різні статистичні повідомлення.

У разі невеликих проектів імітація роботи мережі відбувається в режимі реального часу. В процесі імітації роботи проекту з параметрами, максимально наближеними до реальних, програма відображає і накопичує різні статистичні дані, які після закінчення імітації роботи можна переглянути та роздрукувати у вигляді звітів.

В якості додаткових функцій в програмі реалізовані наступні можливості:

- сканування і розпізнавання реальної мережі (Auto discovery) і її пристроїв (параметрів їх налаштування) з автоматичним створенням нового проекту на основі отриманих даних;
- експортування створеного проекту в графічний файл;
- можливість автоматичного підрахунку вартості всього обладнання в проекті і протяжності ліній зв'язку.

Як і в CiscoPacketTracer, в NetCrackerProfessional немає прив'язки до відстані між вузлами мережі, що моделюється.[14].

4.1.3 OPNETModeler

OPNETModeler (OM) – це програма моделювання, яка надає потужні інструменти для створення, моделювання та аналізу великомасштабних мереж у програмному середовищі. Це також дозволяє застосовувати різні налаштування та оптимізувати мережевий трафік. OM – графічний інструмент, що робить швидшу та ефективнішу роботу. Моделювання відбувається з прискоренням, що дає змогу імітувати щомісячні операції мережі в години. Однак найбільша перевага полягає в великих бібліотеках та доступних вихідних кодах, які можуть бути додатково змінені.

OPNET Modeler складається з:

- редактор мережі (дозволяє визначати та змінювати топологію мережі);
- інструмент імітації (тут ви можете визначити властивості для імітації);
- інструменти аналізу (переглянути та порівняти статистичні результати).

Симуляція середовища OPNETModeler дозволяє вам встановити деякі функції в мережі ZigBee.

Властивості прикладного рівня:

- генерування та отримання трафіку;
- запуск виявлення (виявлення) та підключення нових елементів мережі.

Властивості мережевого рівня:

- побудова мережі;
- взаємозв'язок мереж та дозволів на їх створення;
- розподіл адрес;
- підтримка таблиць сусідніх мереж;
- процедури маршрутизації в топології полігону;
- трансляція для всіх вузлів мережі;
- передача та отримання даних;

- планування синхронізації.

Властивості MAC рівня:

- сканування каналів;

- CSMA/CA.

Особливості, недоступні в OPNETModeler для ZigBee:

- багатоадресний трафік;

- нерівна передача;

- безпека;

- режим слота вільного доступу (CFP).

4.2 Порівняльна характеристика програмного забезпечення для імітаційного моделювання

Вибір програмного забезпечення в даній роботі проводився відповідно до поставлених завдань.

Порівняльна характеристика програмного забезпечення для вирішення поставлених завдань в даній роботі наведена в таблиці 4.1. За основу взята програма OPNETModeler.

До уваги були прийняті наступні фактори:

- ліцензія програми (іншими словами доступність);
- прив'язка до відстані;
- особливості імітації точки доступу;
- багатомовність інтерфейсу програми.

Таблиця 4.1 – Порівняльна характеристика імітаційного програмного забезпечення

Критерій/ ПЗ	Cisco Packet Tracer	Net Cracker Professional	OPNET Modeler
Ліцензія	академічна	безкоштовна	академічна
Прив'язка до відстані	—	—	+
Імітація точки доступу на основі МС	—	—	+
Багатомовність інтерфейсу програми	+	—	—

4.3 Моделювання пересування людей (абонентів)

Під час масових заходів, в межах невеликої території, збирається велика кількість абонентів. Вони рухаються групами по певному маршруту від точки до точки. Наприклад, при проведенні свята Дня міста Запоріжжя та ярмарки. На даній території встановлено безліч точок, які притягують абонентів. Вони розрізняються різним ступенем привабливості. Для моделювання міграції необхідний облік цих точок. Притягають місцями на святі були: ларі виїзної торгівлі, дитячі атракціони, виставки народних майстрів, виступи артистів і оркестрів, квіткові композиції та ін.

Під час ярмарку проведено збір інформації про пересування абонентів тривалістю 1 год 45 хв з інтервалом 10 хв для моделювання потоку. Центральним орієнтиром обрано майданчик з величезними квітковими композиціями та фотозоні. Як точок з меншою привабливістю обрані ларьок швейної фабрики, дитячі атракціони, виїзний майданчик ресторану, майданчик

народних майстрів (рис. 4.1, 4.3, 4.5, 4.7). За цими даними побудовані графіки (рис. 4.2, 4.4, 4.6, 4.8).



Рисунок 4.1 – Сформований попутний аттрактор «Дитячі атракціони»

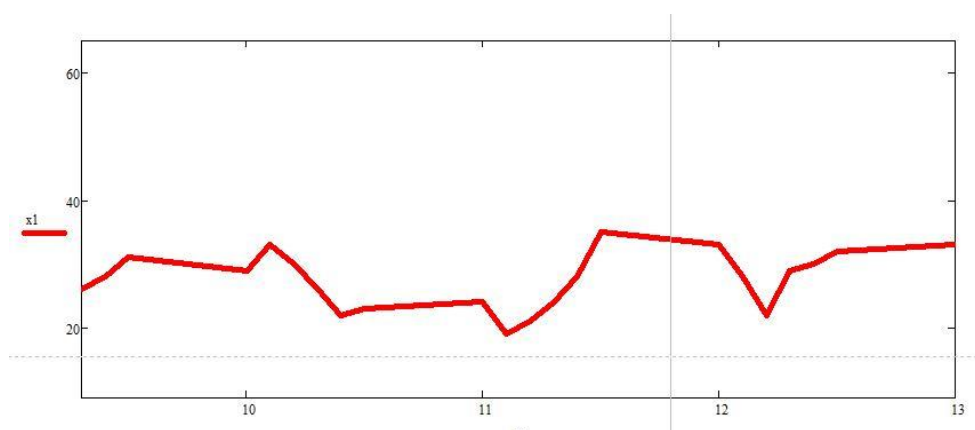


Рисунок 4.2 – Графік пересування абонентів біля аттрактора «Дитячі атракціони»



Рисунок 4.3– Сформований попутний аттрактор
«Виїзний майданчик ресторану»

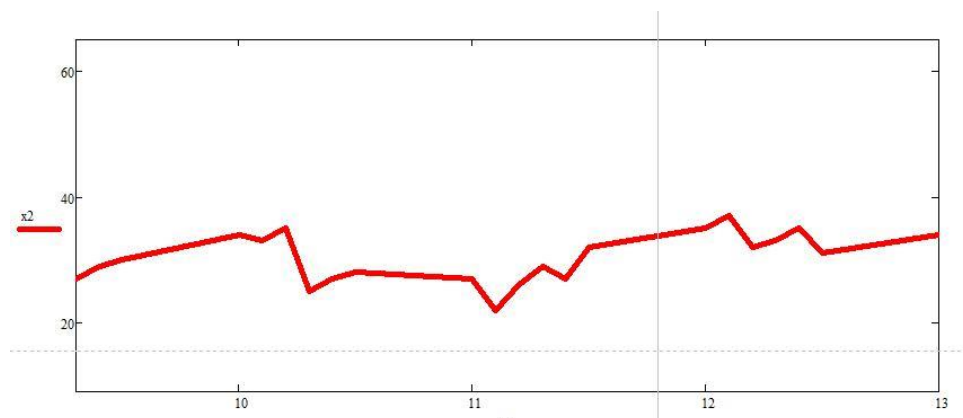


Рисунок 4.4 –Графік пересування абонентів біля аттрактора «Виїзний
майданчик ресторану»



Рисунок 4.5– Сформований попутний аттрактор
«Майданчик народних майстрів»

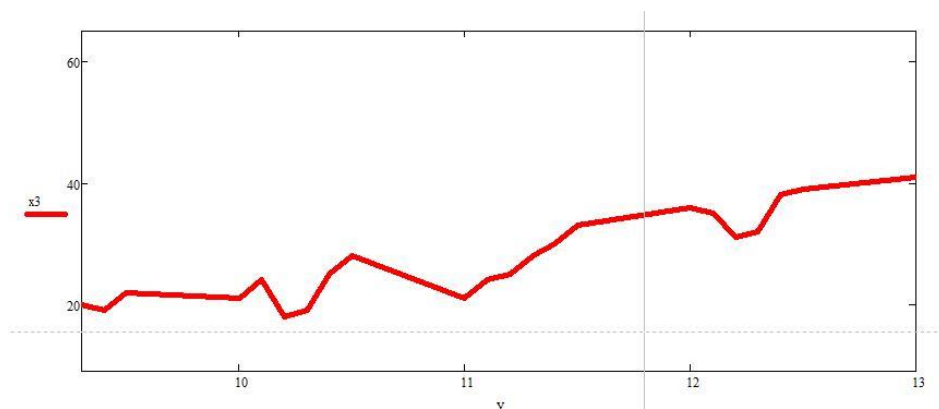


Рисунок 4.6 – Графік пересування абонентів біля аттрактора
«Майданчик народних майстрів»



Рисунок 4.7 – Сформований попутний аттрактор «Квіткові композиції»

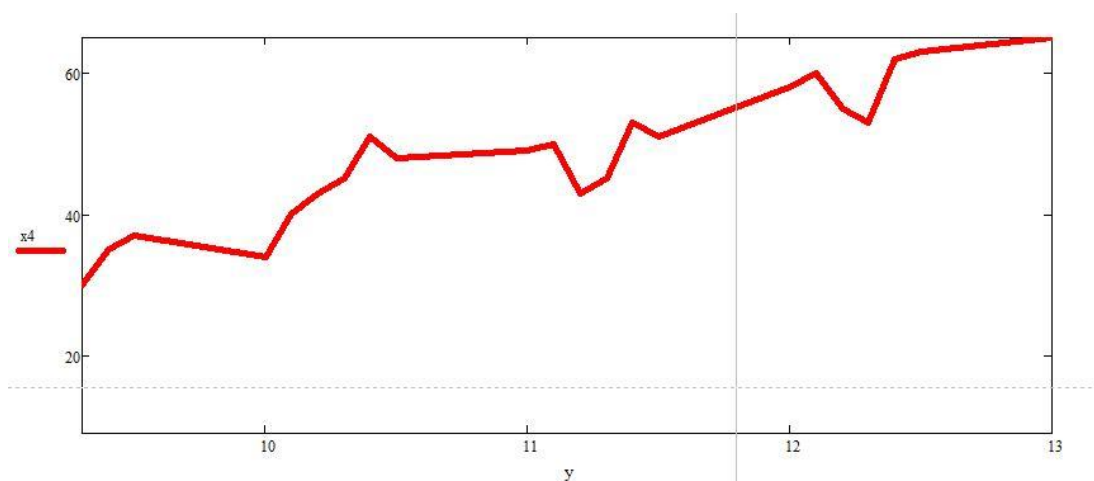


Рисунок 4.8 – Графік пересування абонентів біля аттрактора «Квіткові композиції»

Підрахунки кількості абонентів котрі пересувались в межах заданих об'єктів представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Підрахунки кількості абонентів

Час	Дитячі атракціони	Виїзний майданчик ресторану	Майданчик народних майстрів	Квіткові композиції
9:30	26	27	20	30
9:40	28	29	19	35
9:50	31	30	22	37
10:00	29	34	21	34
10:10	33	33	24	40
10:20	30	35	18	43
10:30	26	25	19	45
10:40	22	27	25	51
10:50	23	28	28	48
11:00	24	27	21	49
11:10	19	22	24	50
11:20	21	26	25	43
11:30	24	29	28	45
11:40	28	27	30	53
11:50	35	32	33	51
12:00	33	35	36	58
12:10	28	37	35	60
12:20	22	32	31	55
12:30	29	33	32	53
12:40	30	35	38	62
12:50	32	31	39	63
13:00	33	34	41	65

На рисунку 4.9 зображено графік пересування абонентів біля досліджуваних атракторів.

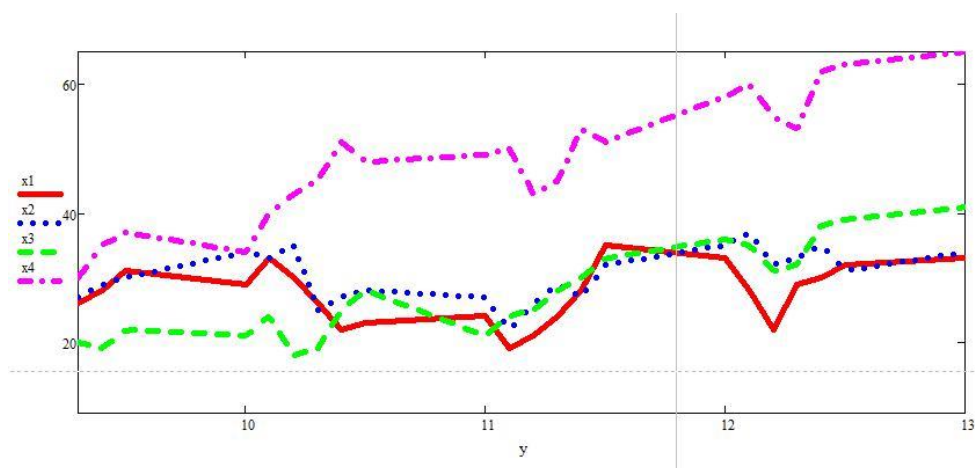


Рисунок 4.9– Графік пересування абонентів біля всіх 4 аттракторів

Ми бачимо, що біля квіткової композиції збирається найбільше абонентів, значить це буде найбільший аттрактор в нашому сценарії. А самим маленьким аттрактором буде майданчик народних майстрів.

4.4 Формування бібліотеки аттракторів. Візуалізація потоку абонентів. Експеримент: спостереження і контроль потоку абонентів уздовж вулиці в день міста.

Розмірі 1000 x 1000, час моделювання 30 хвилин, кількість станцій – 25 (включаючи координатора).

Атрактор №1 – квіткові композиції (ваговій максимальний Пріоритет 1) «куди рухаються всі люди».

Атрактор №2 – виїзний майданчик ресторану (Пріоритет 2).

Атрактор №3 – майданчик народних майстрів.

Атрактор №4 – дитячі атракціони.

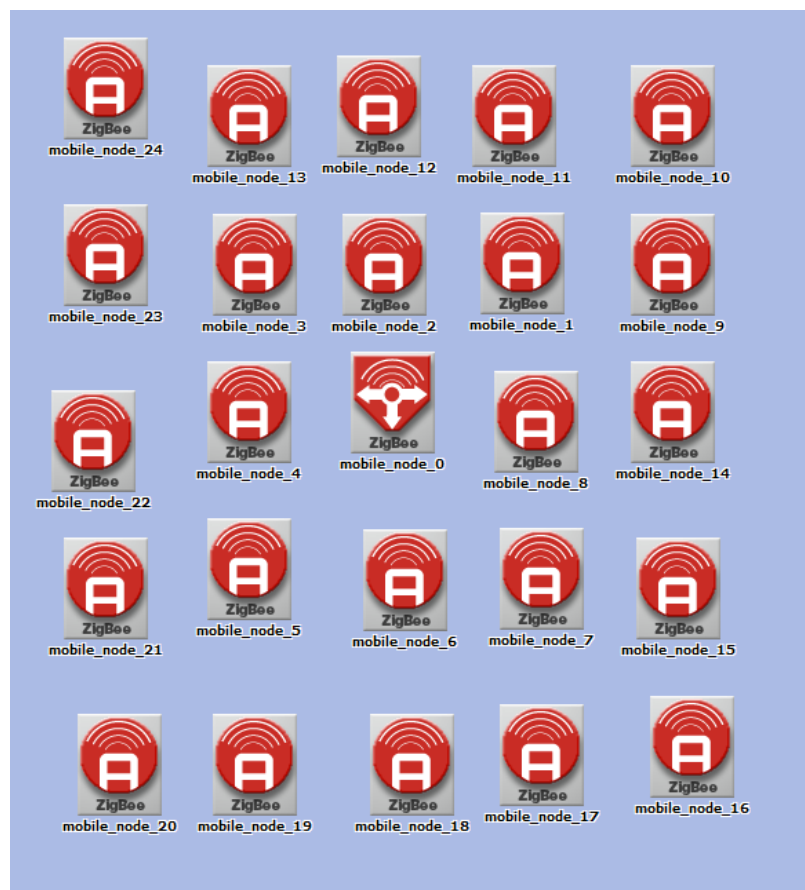


Рисунок 4.10 –Макет мережі абонентів з координатором

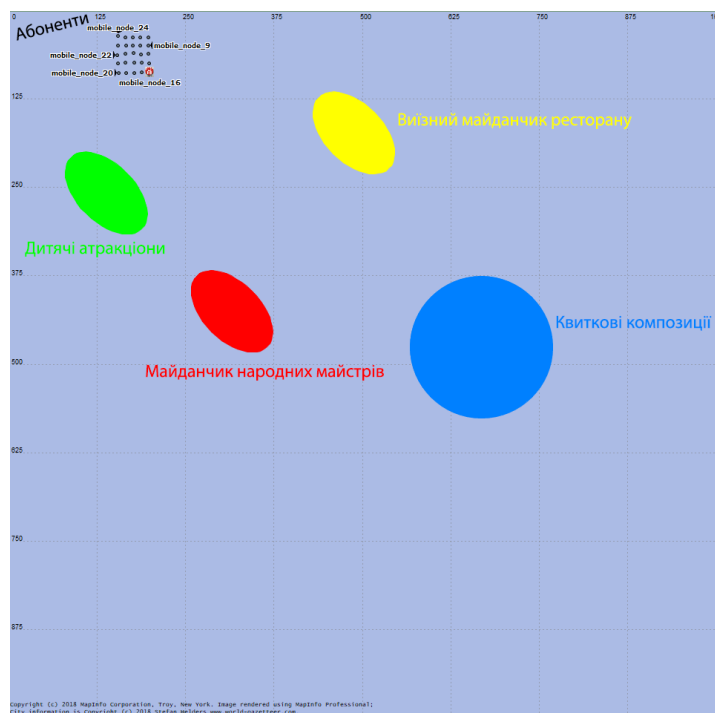


Рисунок 4.11 – Загальний вигляд атракторів на День міста

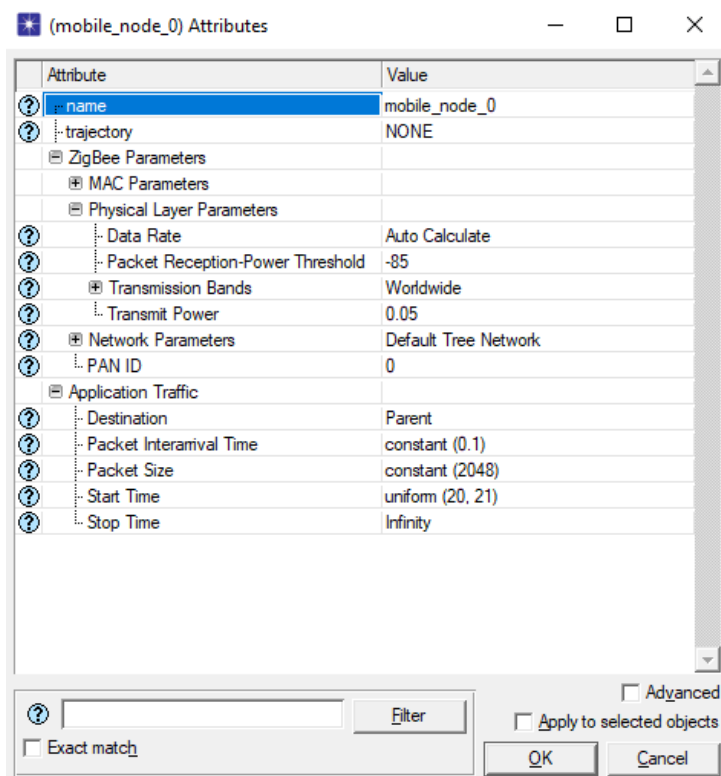


Рисунок 4.12– Характеристики координатора

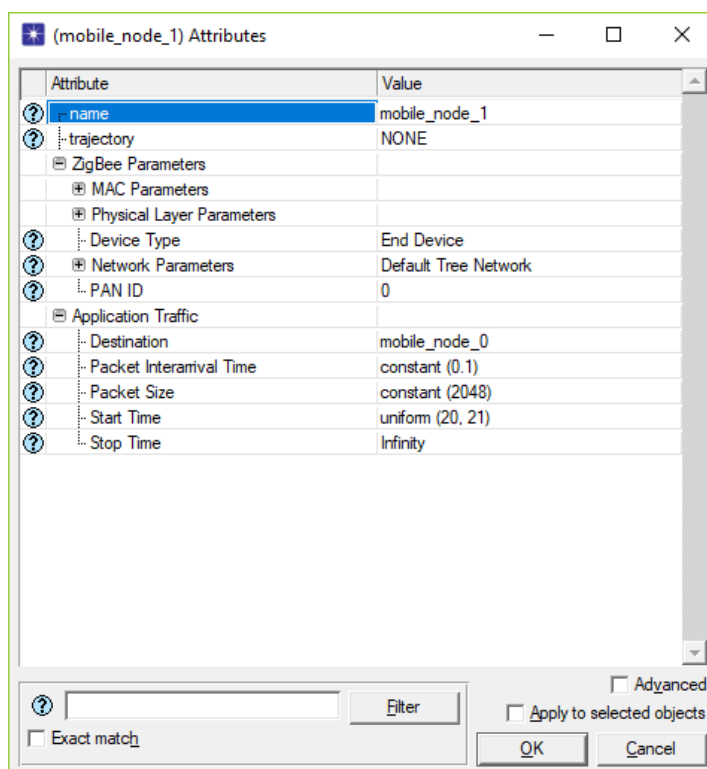


Рисунок 4.13– Налаштування МС

Як налаштований абонент до координатора (ми бачимо, що mobile_node1 це наш абонент, він підключений до mobile_node0, це наш координатор, видно, що Destination: mobile_node_0 це звідки він отримує трафік. Розмір пакета 2048 байт, інтервал між пакетами (0.1мс).

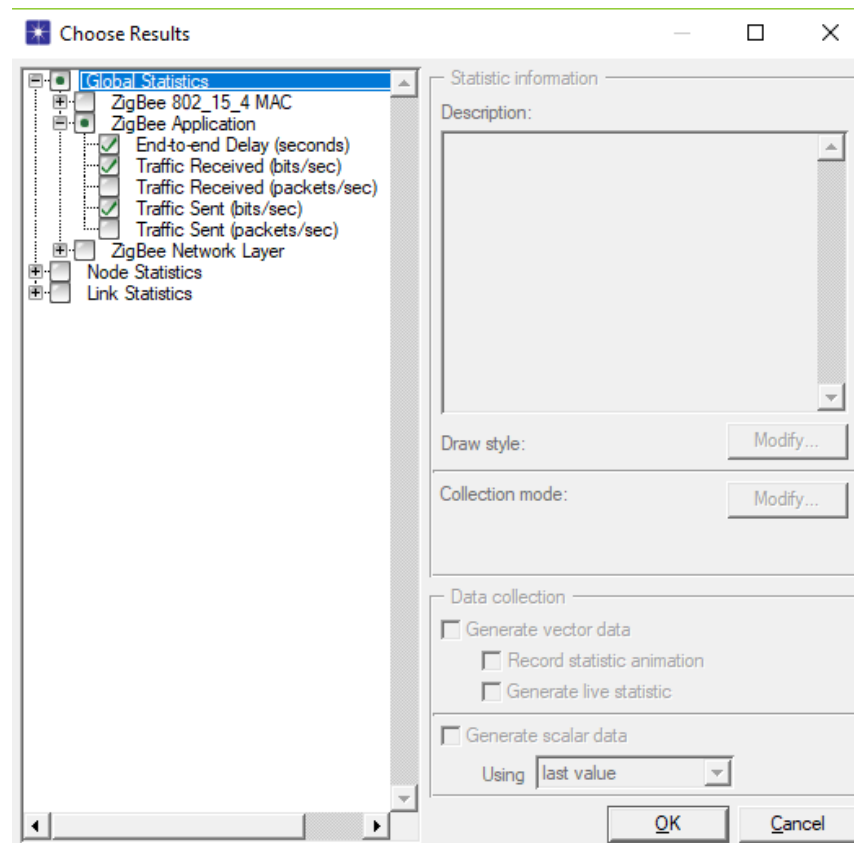


Рисунок 4.14 –Налаштування вихідних характеристик

Сценарій 1:

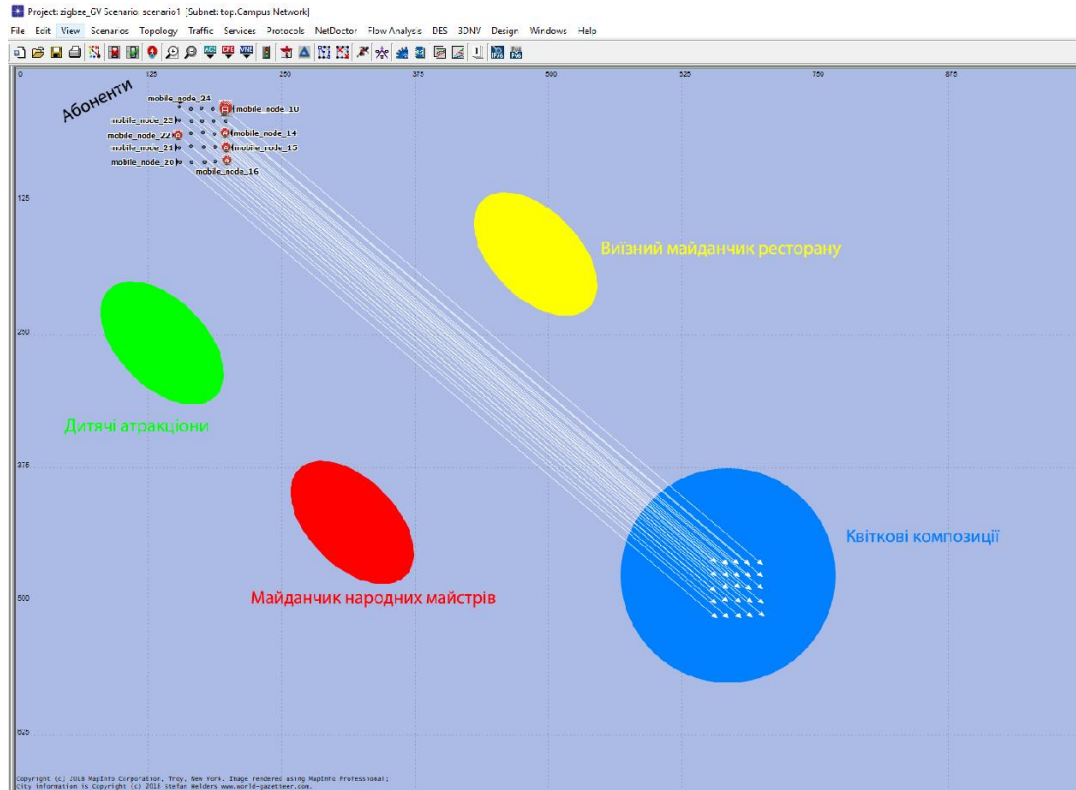


Рисунок 4.15— Всі абоненти йдуть прямо до головного аттрактору

Edit Trajectory Information

Trajectory name: TrajectoryGV_1

	X Pos (m)	Y Pos (m)	Distance (m)	Altitude (m)	Traverse Time	Ground Speed	Wait Time	Accum Time	Pitch (degrees)	Yaw (degrees)	Roll (degrees)
1	0.000000	0.000000	n/a	0.000000	n/a	n/a	00.00s	00.00s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
2	503.348461	427.061938	660.107239	0.000000	33m00.32s	1.200001	00.00s	33m00.32s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified

☒ Coordinates are relative to object's position

Ground speed in: km/hr
 Distance in: meters
 Altitude in: meters

Insert Delete Redefine... OK Cancel

Рисунок 4.16 – Параметри траєкторії руху абонентів

Траєкторія як рухаються абоненти (координатор) (зображена швидкість, час, дистанція). Ми бачимо, що людина йде зі швидкістю 1,2 км \ год, відстань 660 метрів і час 33 хвилини.

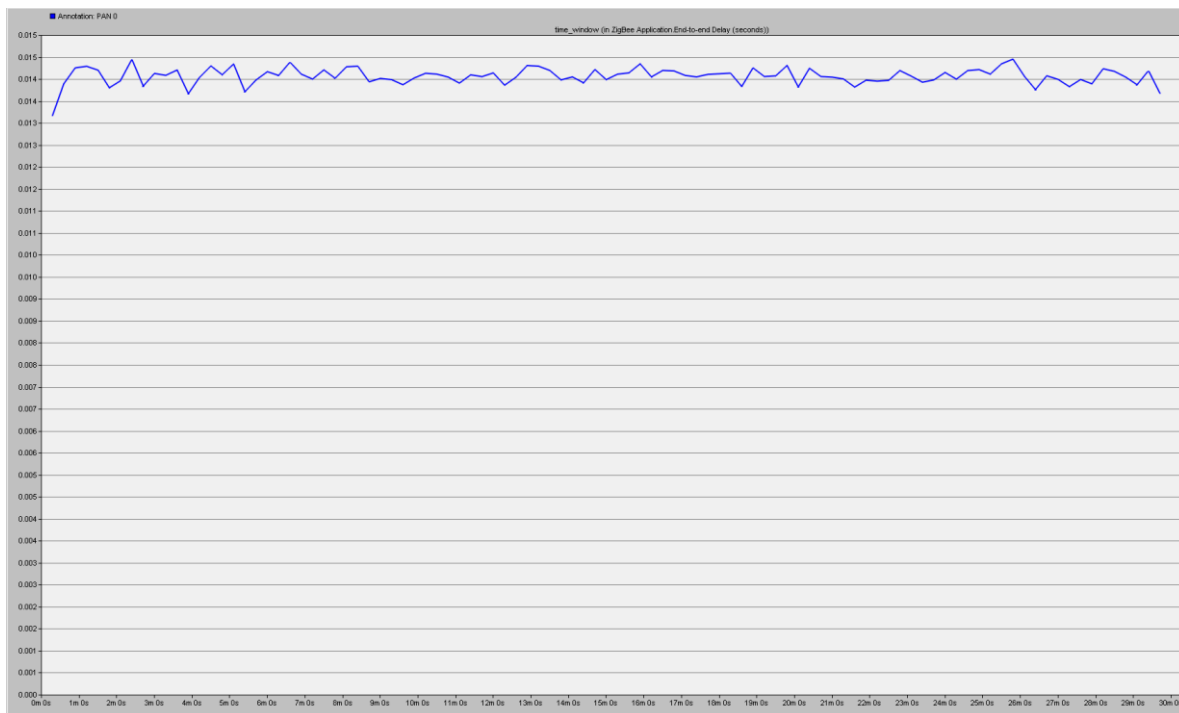


Рисунок 4.17 – Затримка

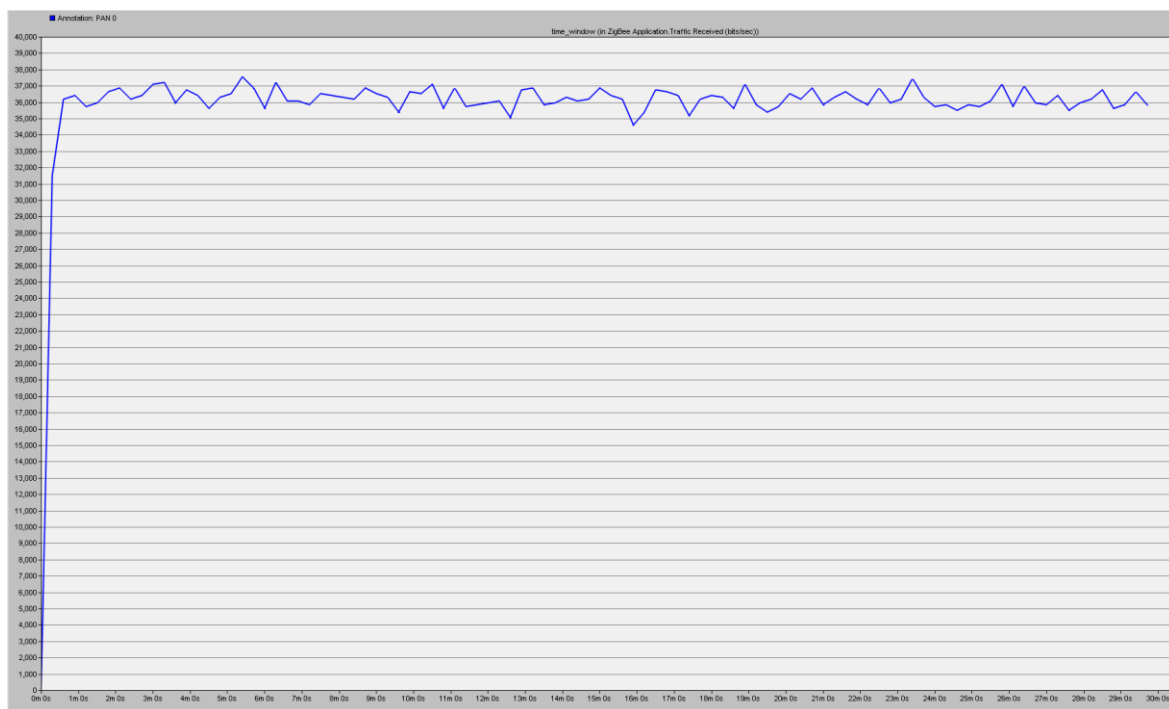


Рисунок 4.18 – Отриманий трафік

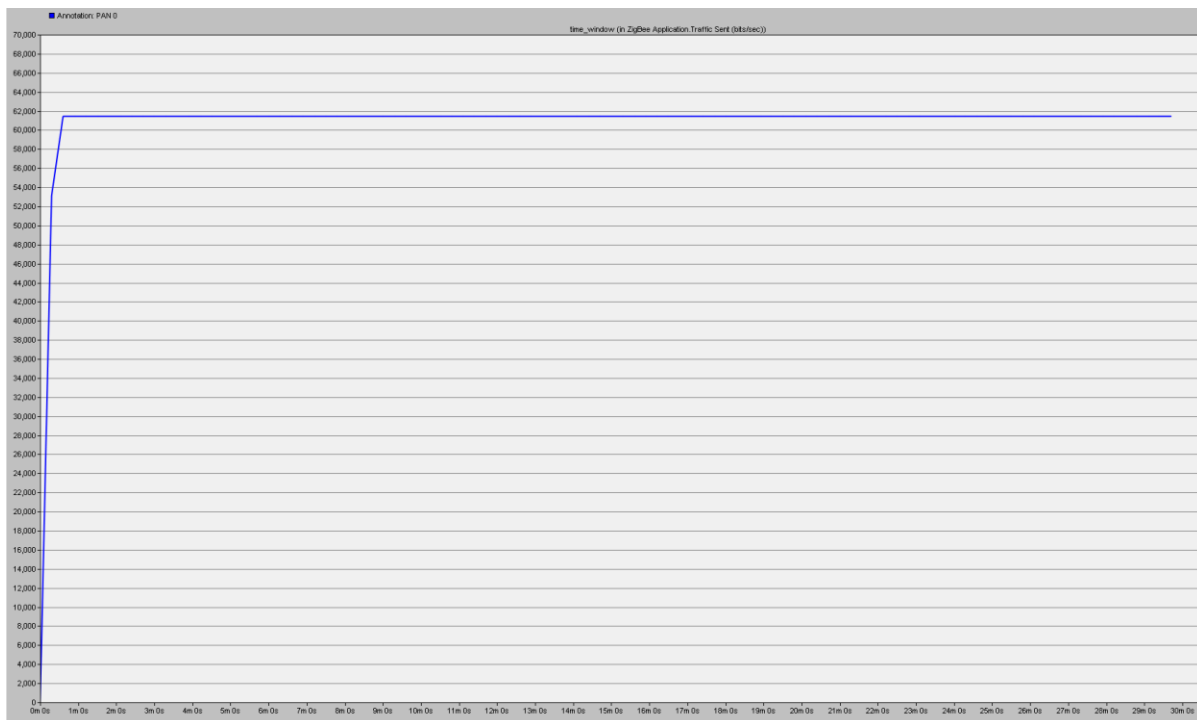


Рисунок 4.19 –Трафік відправлений

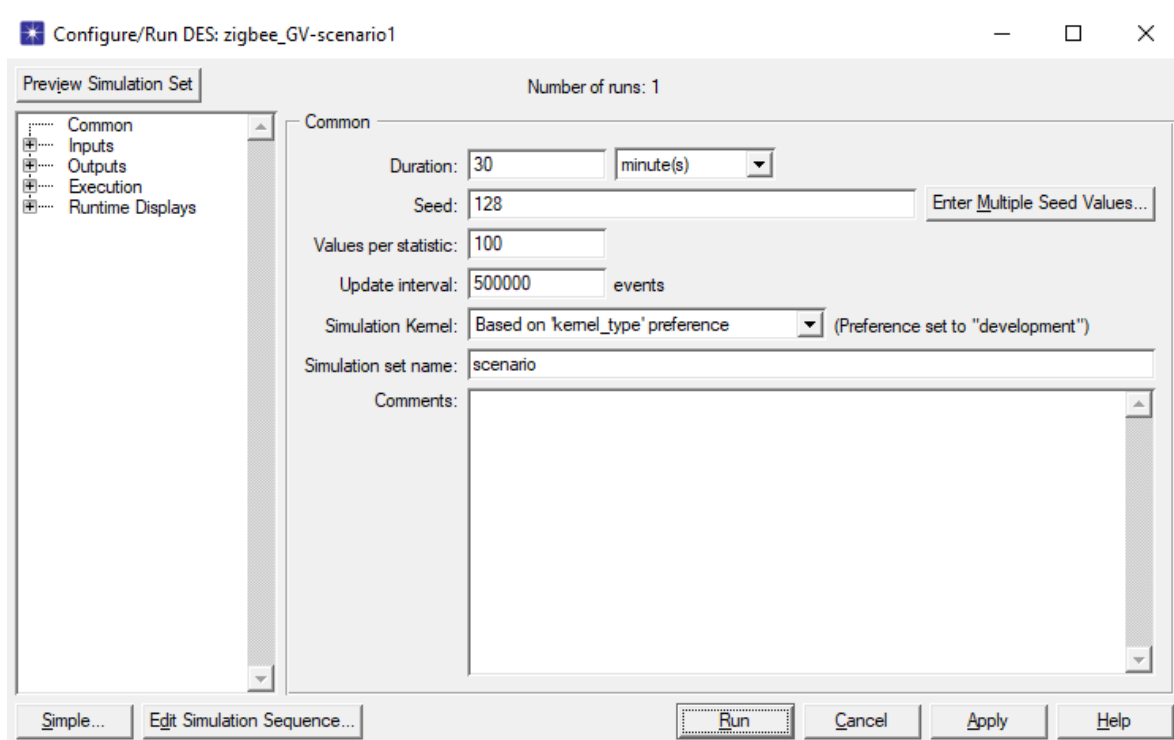


Рисунок 4.20 – Запуск моделювання

Сценарій 2:

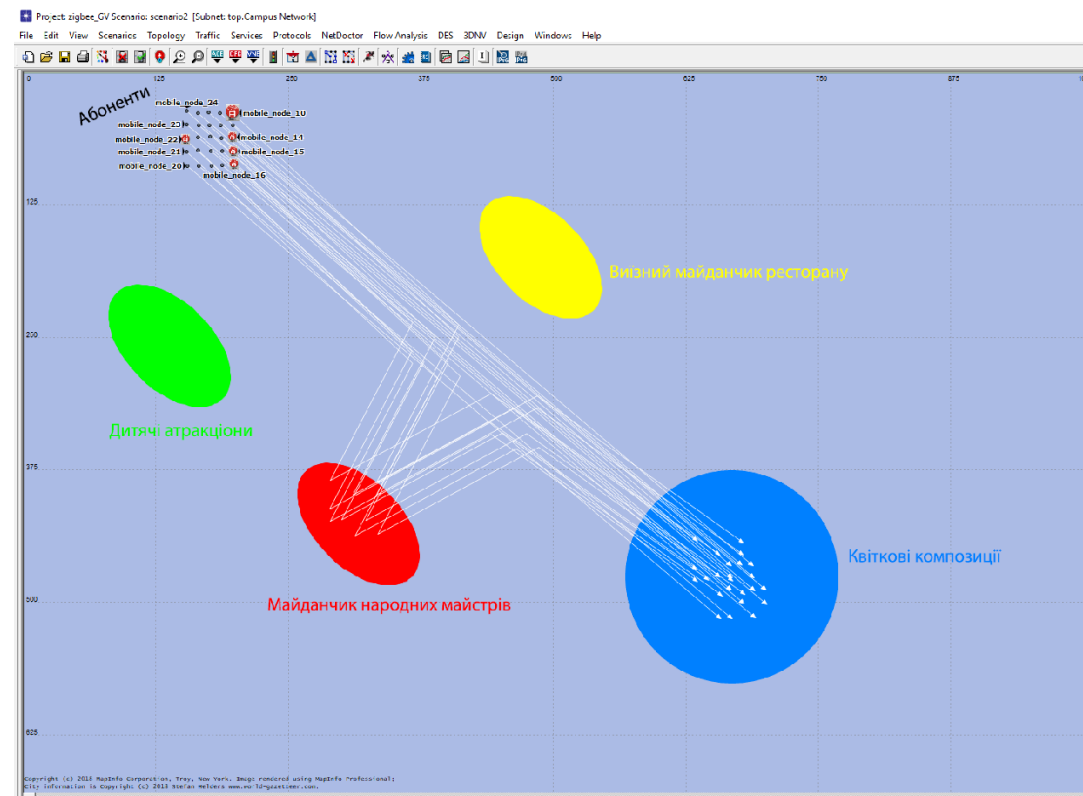


Рисунок 4.21 – Атрактори

Вісім абонентів йдуть до «Майданчик народних майстрів», затримуються на 2 хв, решта сімнадцять абонентів йдуть до головного аттрактору.

Edit Trajectory Information

Trajectory name: TrajectoryGV_2

	X Pos (m)	Y Pos (m)	Distance (m)	Altitude (m)	Traverse Time	Ground Speed	Wait Time	Accum Time	Pitch (degrees)	Yaw (degrees)	Roll (degrees)
1	0.000000	0.000000	n/a	0.000000	n/a	n/a	00.00s	00.00s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
2	213.174490	199.628285	292.052761	0.000000	12m30.99s	1.400005	00.00s	12m30.99s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
3	135.462050	348.636540	168.055564	0.000000	4m48.10s	2.099965	2m00.00s	19m19.09s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
4	287.322139	266.646352	172.580009	0.000000	6m05.46s	1.700017	00.00s	25m24.55s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
5	481.959716	405.673193	239.190788	0.000000	7m10.54s	2.000016	00.00s	32m35.09s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified

☒ Coordinates are relative to object's position

Ground speed in: km/hr

Distance in: meters

Altitude in: meters

Insert Delete Redefine... OK Cancel

Рисунок 4.22 – Траєкторія руху абонентів

Траєкторія як рухаються абоненти (координатор) (зображена швидкість, час, дистанція). Ми бачимо, що 4 чоловіка йдуть зі швидкістю 1,4; 2,1; 1,7; 2 км\год, відстань 292,168,172 і 239 метрів і час 12,19,25 і 32 хвилини.

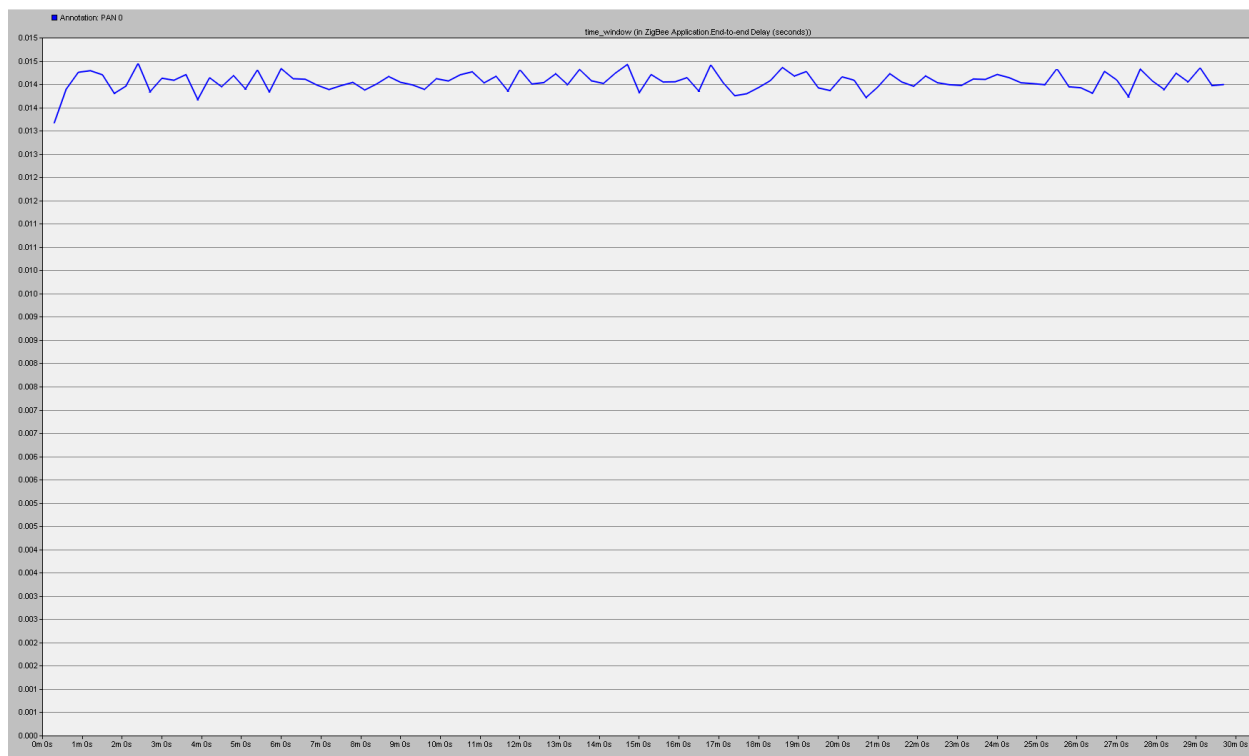


Рисунок 4.23 – Затримка

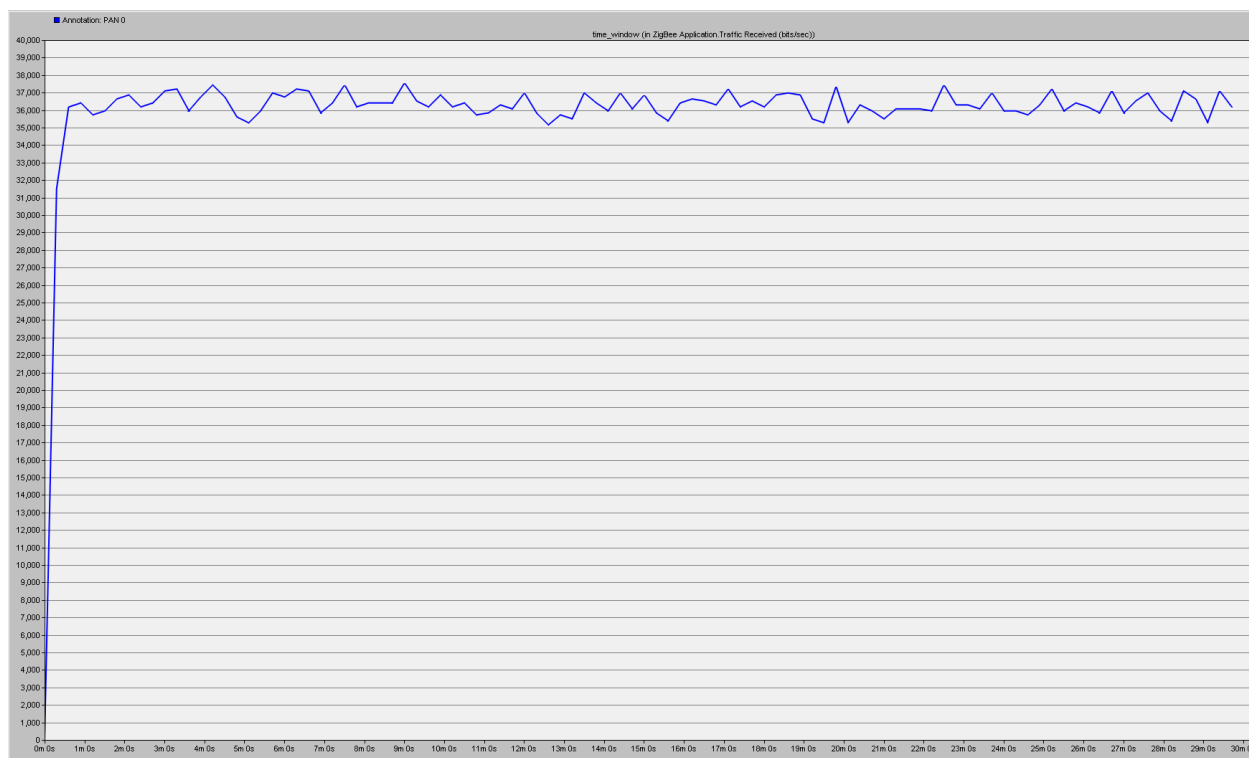


Рисунок 4.24 – Отриманий трафік

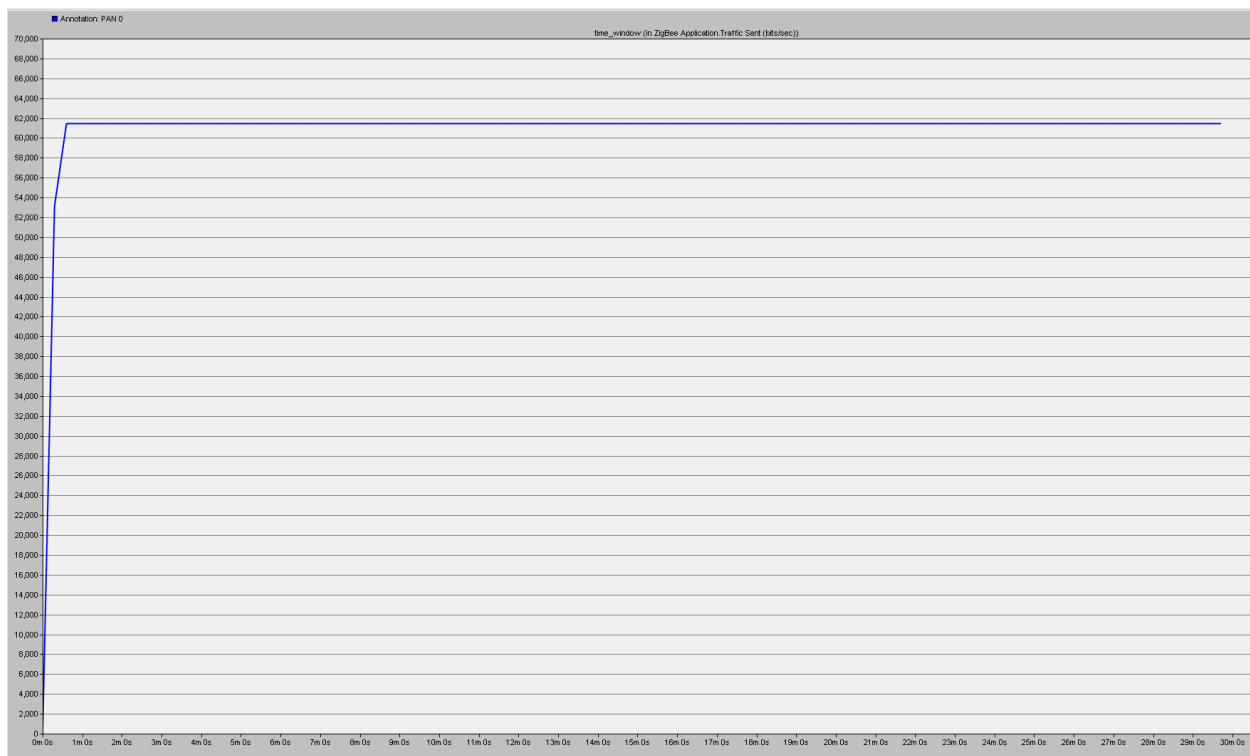


Рисунок 4.25 – Трафік відправлений

Порівняння сценарію 1 і 2.

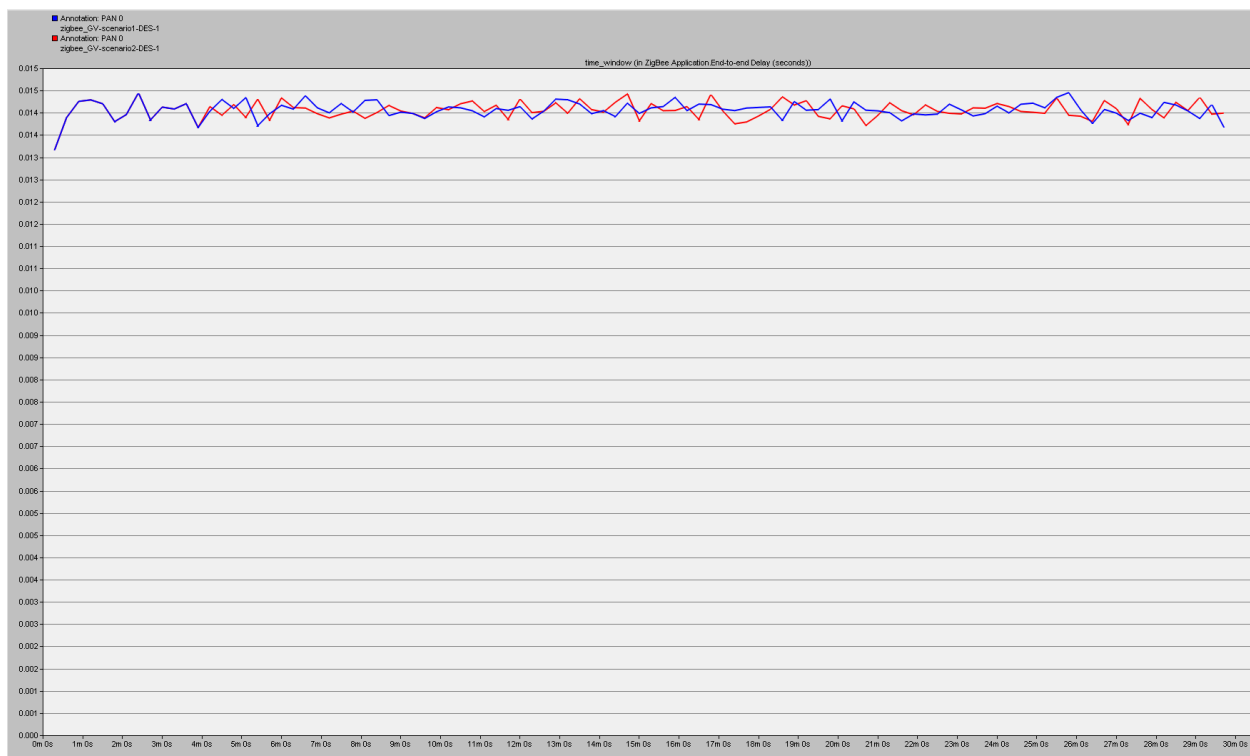


Рисунок 4.26 – Затримка

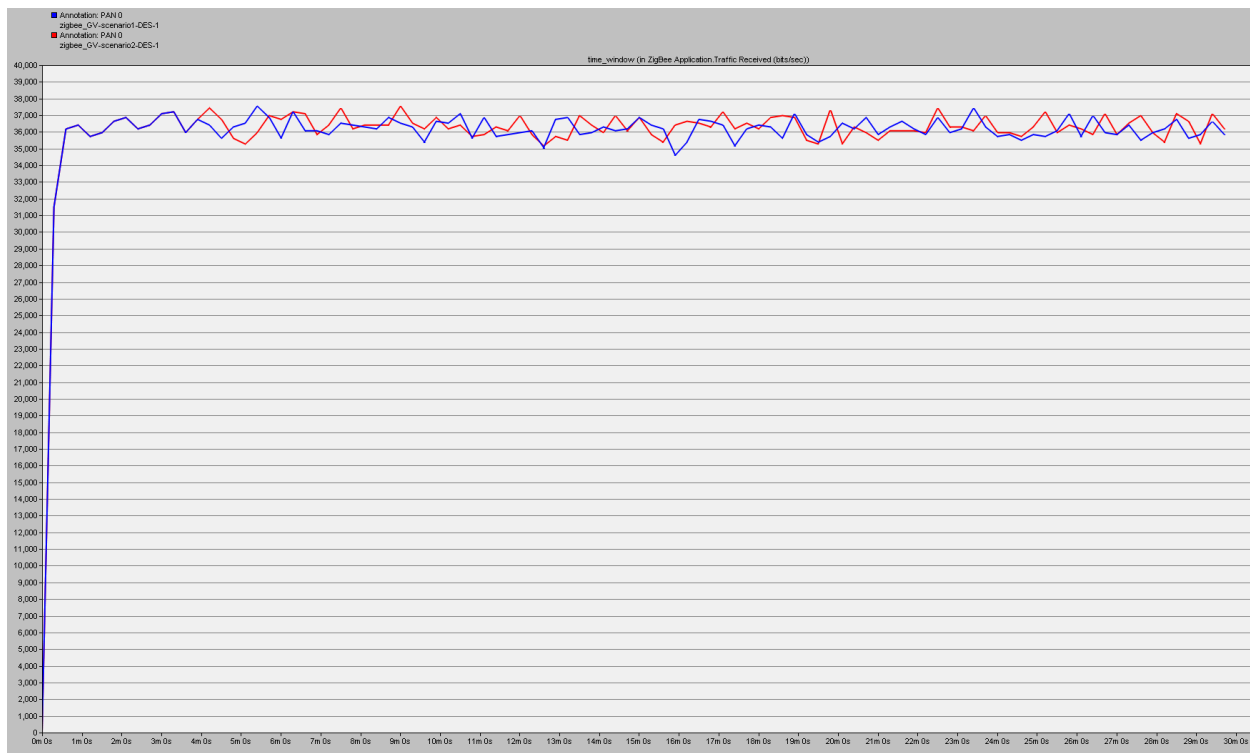


Рисунок 4.27 – Отриманий трафік

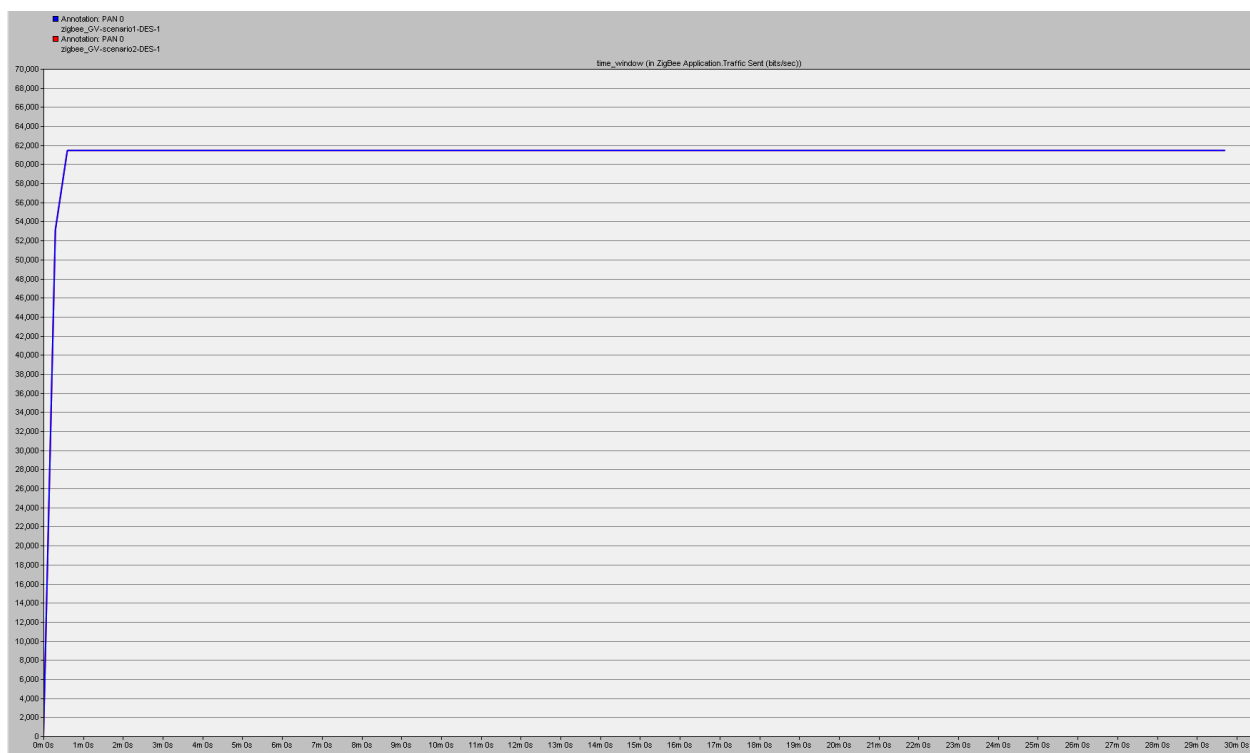


Рисунок 4.28 – Трафік відправлений

Сценарій 3

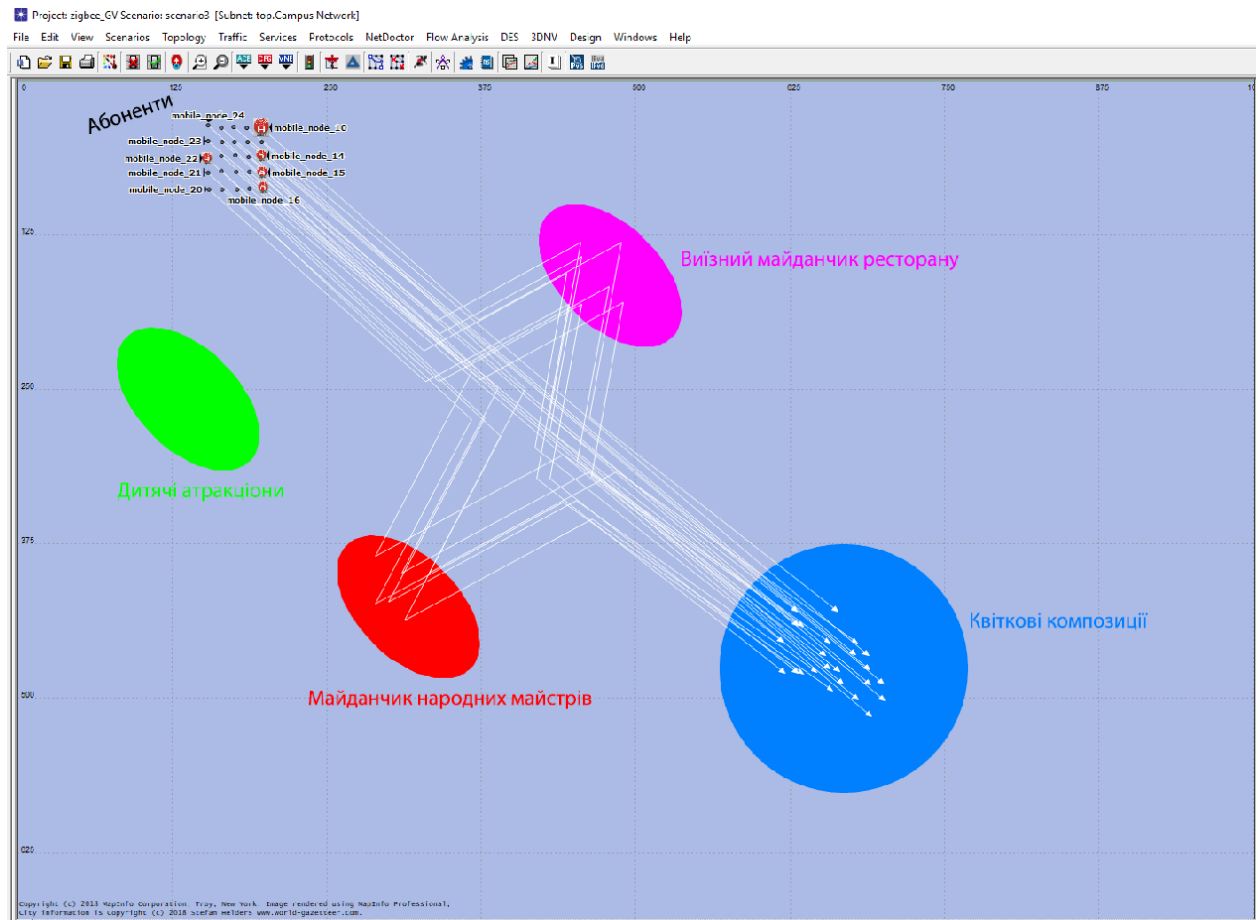


Рисунок 4.29 – Траєкторії до атракторів

П'ять абонентів пішло до «Майданчик народних майстрів» і затрималося на 1.30 хв, потім пішли до «Квітковій композиції», вісім абонентів пішли до «Виїзному майданчик ресторану», потім пішли до «Квітковій композиції».

Edit Trajectory Information

Trajectory name: TrajectoryGV_3

	X Pos (m)	Y Pos (m)	Distance (m)	Altitude (m)	Traverse Time	Ground Speed	Wait Time	Accum Time	Pitch (degrees)	Yaw (degrees)	Roll (degrees)
1	0.000000	0.000000	n/a	0.000000	n/a	n/a	00.00s	00.00s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
2	175.387707	155.424879	234.345357	0.000000	9m22.43s	1.499997	00.00s	9m22.43s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
3	290.886929	92.684561	131.439815	0.000000	7m53.18s	1.000007	1m30.00s	18m45.61s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
4	265.220436	233.850277	143.480060	0.000000	3m54.79s	2.199958	00.00s	22m40.40s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
5	466.274637	391.414030	255.439081	0.000000	7m17.90s	2.099979	00.00s	29m58.30s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified

☒ Coordinates are relative to object's position

Ground speed in: km/hr
Distance in: meters
Altitude in: meters

Insert Delete Redefine... OK Cancel

Рисунок 4.30 – Траєкторії

Траєкторія як рухаються абоненти (координатор) (зображена швидкість, час, дистанція). Ми бачимо, що 4 чоловіка йдуть зі швидкістю 1,4; 1,0; 2,1; 2 км\год, відстань 234,131,143 і 255 метрів і час 9,18,22 і 29 хвилин.

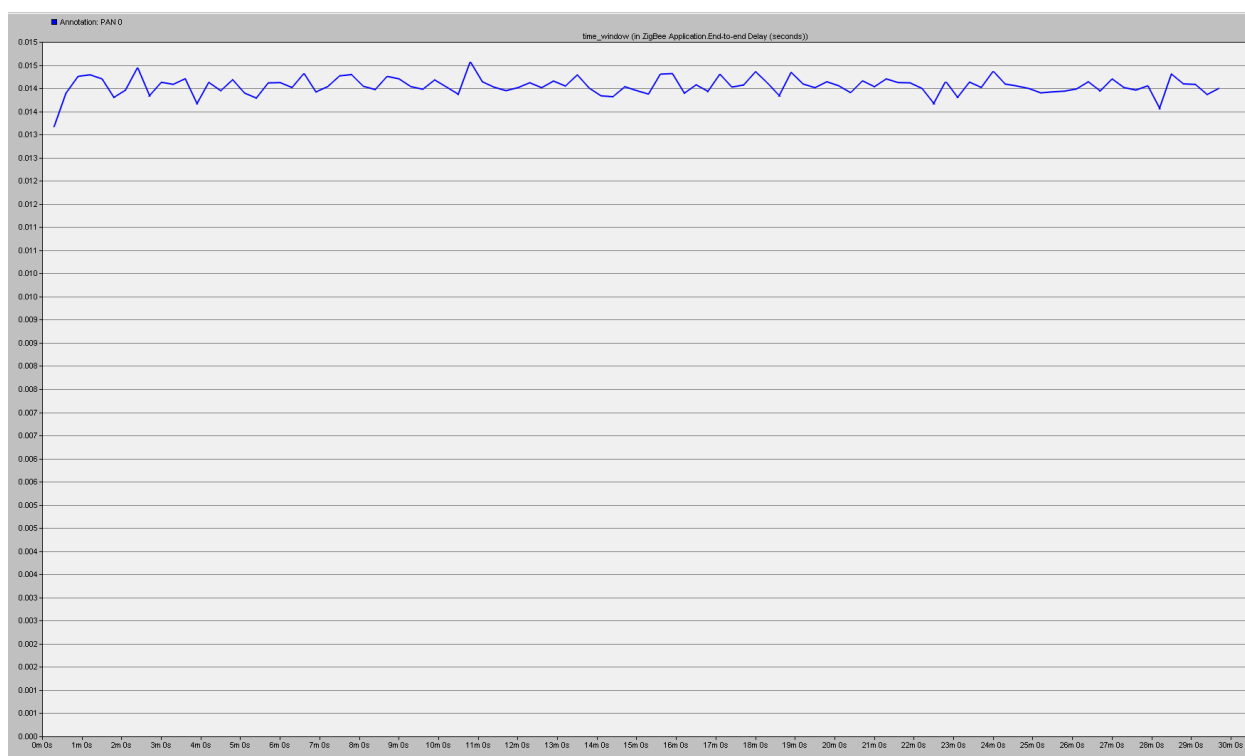


Рисунок 4.31 – Затримка

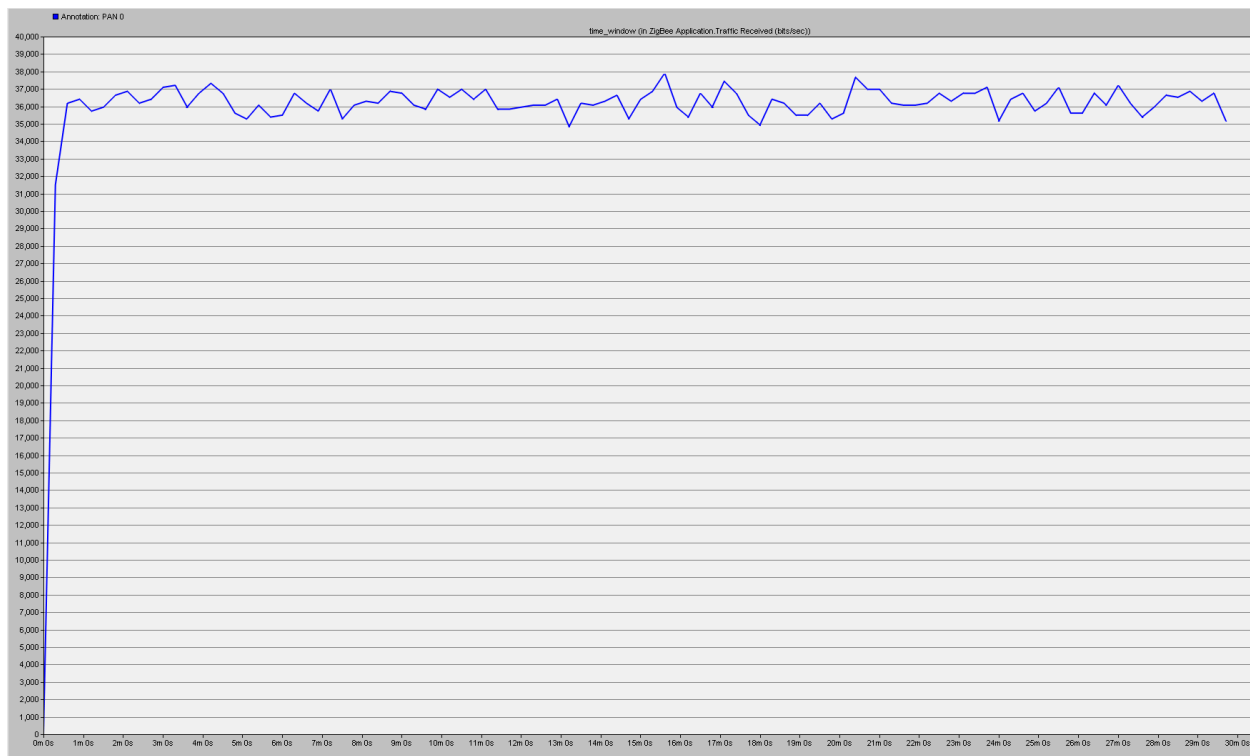


Рисунок 4.32 – Отриманий трафік

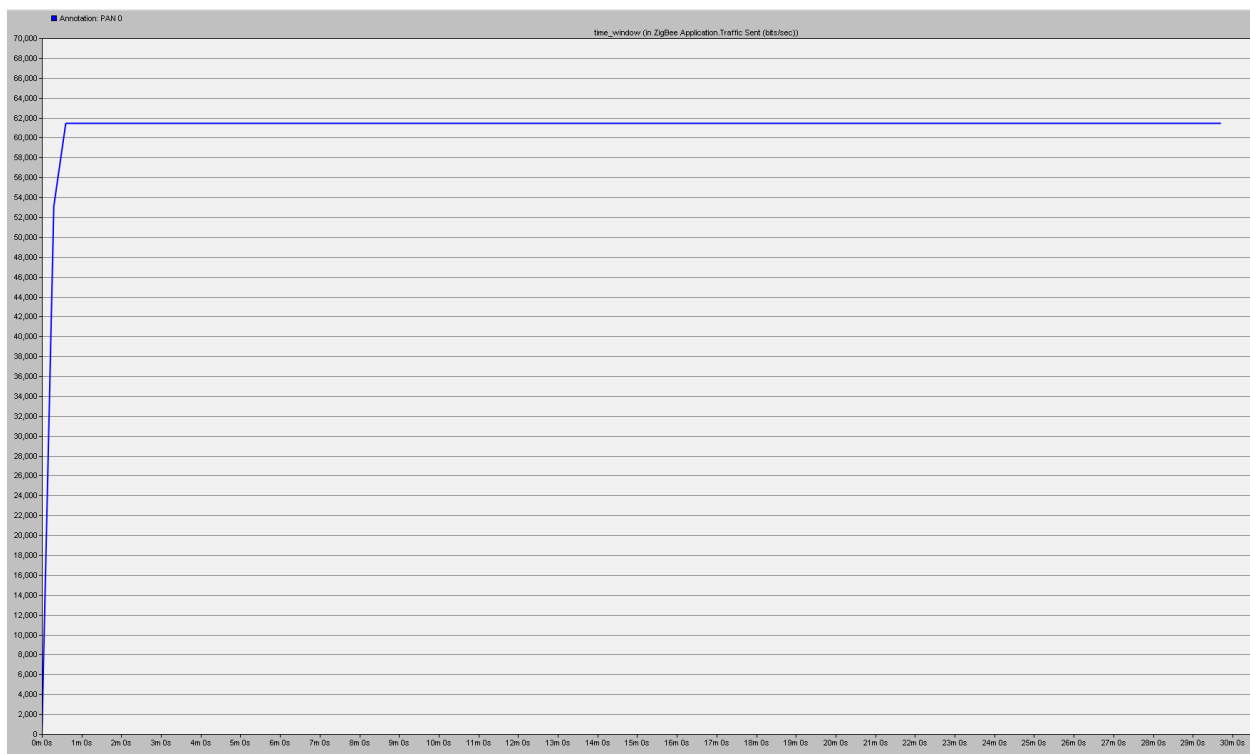


Рисунок 4.33 – Трафік відправлений

Сценарій 4

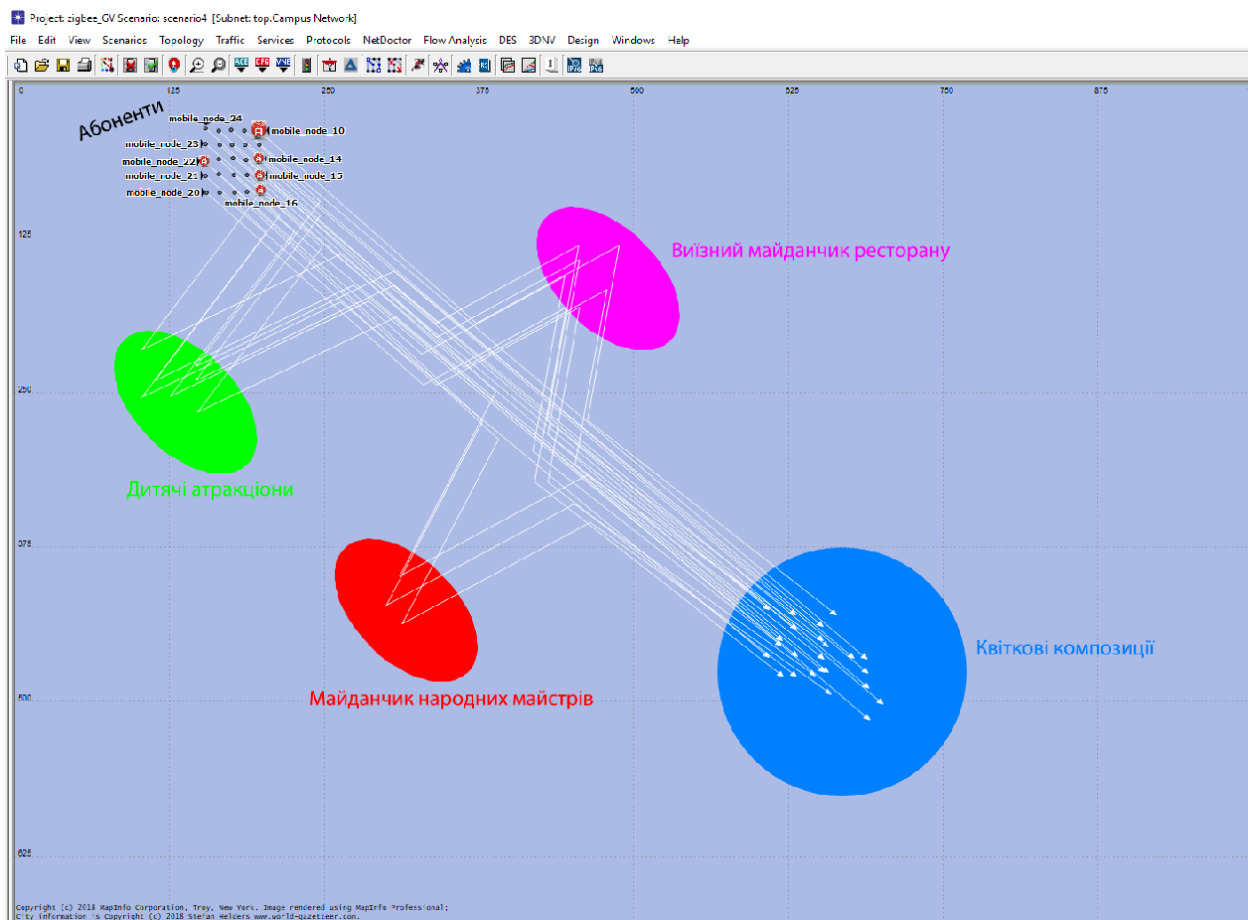


Рисунок 4.34 – Траєкторії до атракторів

Шість абонентів йдуть до «Дитячих атракціонів», п'ять абонентів йдуть до «Віізного майданчику ресторана», троє абонентів йдуть до «Майданчику народних майстрів», всі інші йдуть до головного аттрактору «Квіткові композиції».

Edit Trajectory Information

Trajectory name: TrajectoryGV_4

	X Pos (m)	Y Pos (m)	Distance (m)	Altitude (m)	Traverse Time	Ground Speed	Wait Time	Accum Time	Pitch (degrees)	Yaw (degrees)	Roll (degrees)
1	0.000000	0.000000	n/a	0.000000	n/a	n/a	00.00s	00.00s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
2	49.194113	45.629322	67.097788	0.000000	2m52.54s	1.399977	00.00s	2m52.54s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
3	-51.332988	178.952498	166.975354	0.000000	5m16.37s	1.900026	4m15.00s	12m23.91s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
4	109.082599	101.953017	177.938423	0.000000	7m37.56s	1.399988	00.00s	20m01.47s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
5	455.580264	389.275156	450.127357	0.000000	24m33.14s	1.100003	00.00s	44m34.61s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified

☒ Coordinates are relative to object's position

Ground speed in: km/hr

Distance in: meters

Altitude in: meters

Insert Delete Redefine... OK Cancel

Рисунок 4.35 – налаштування траєкторії

Траєкторія як рухаються абоненти (координатор) (зображена швидкість, час, дистанція). Ми бачимо, що 4 чоловіка йдуть зі швидкістю 1,3; 1,9; 1,3; 1,1 км\год, відстань 67,166,177 і 450 метрів і час 2,12,20 і 44 хвилин.

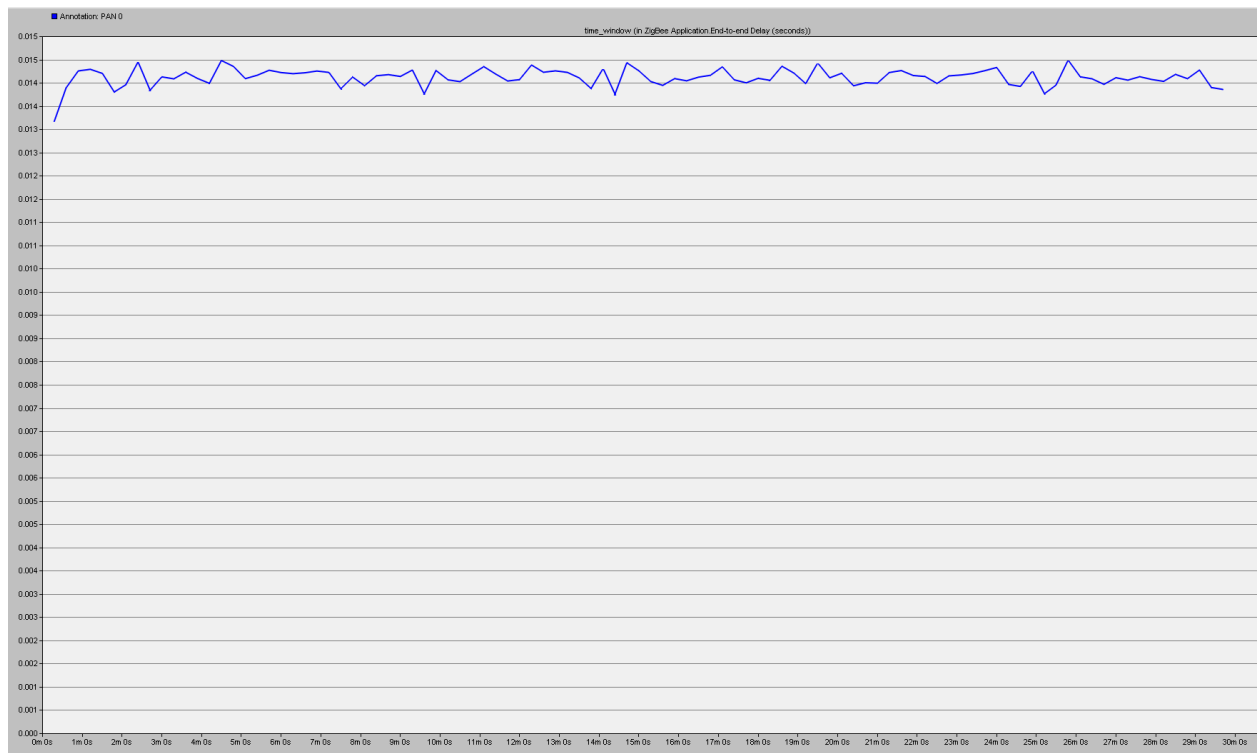


Рисунок 4.36 – Затримка

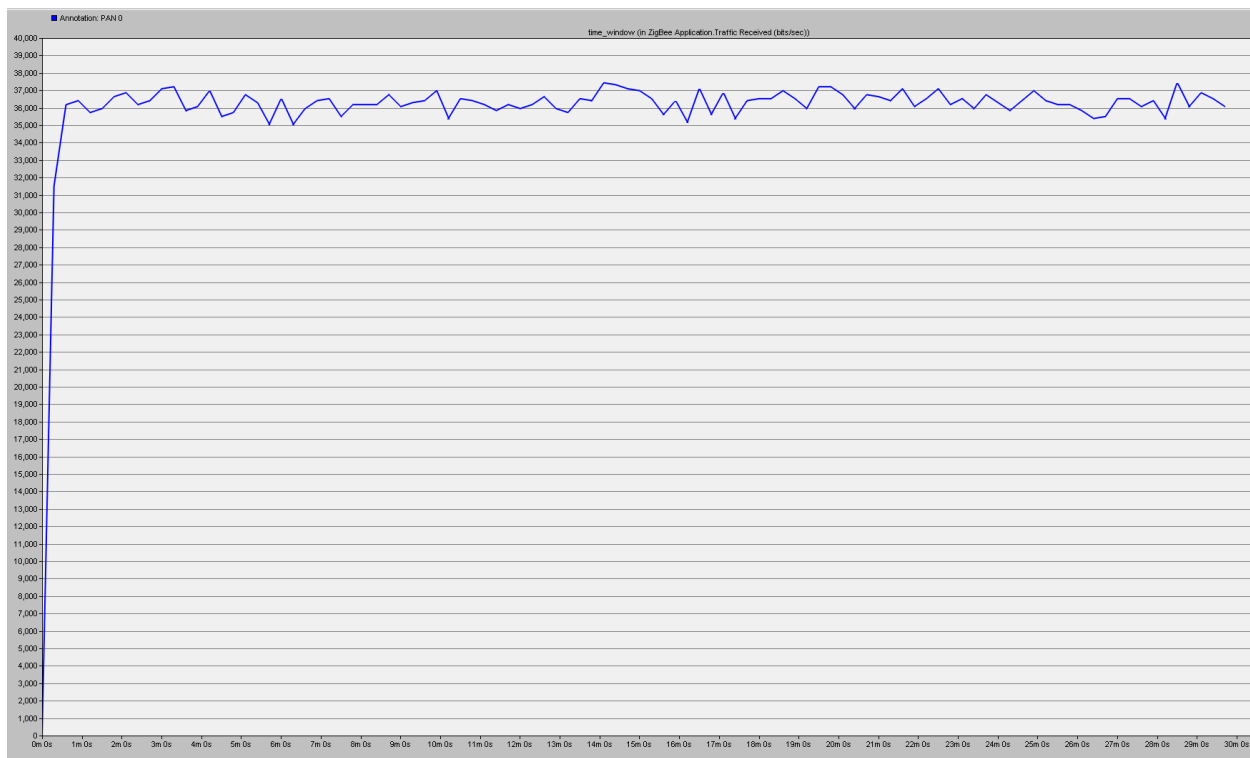


Рисунок 4.37 – Отриманий трафік

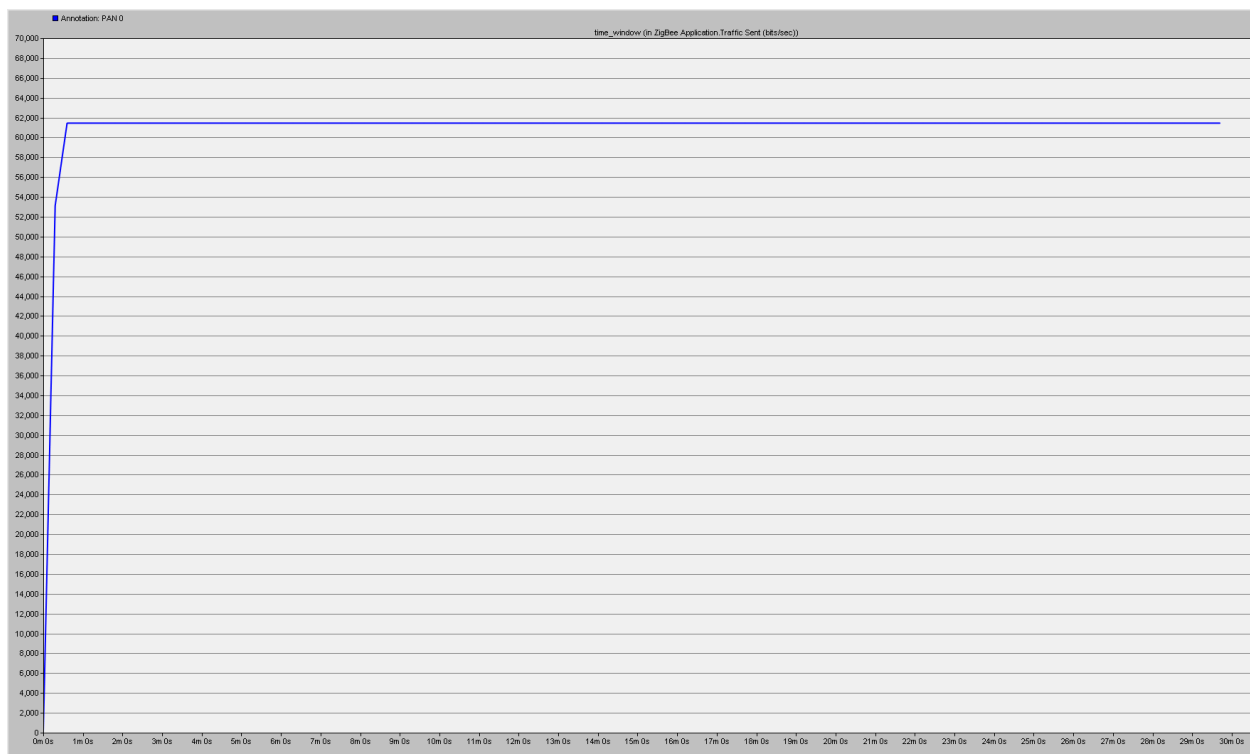


Рисунок 4.38 – Трафік відправлений

Порівняння сценаріїв 3 і 4.

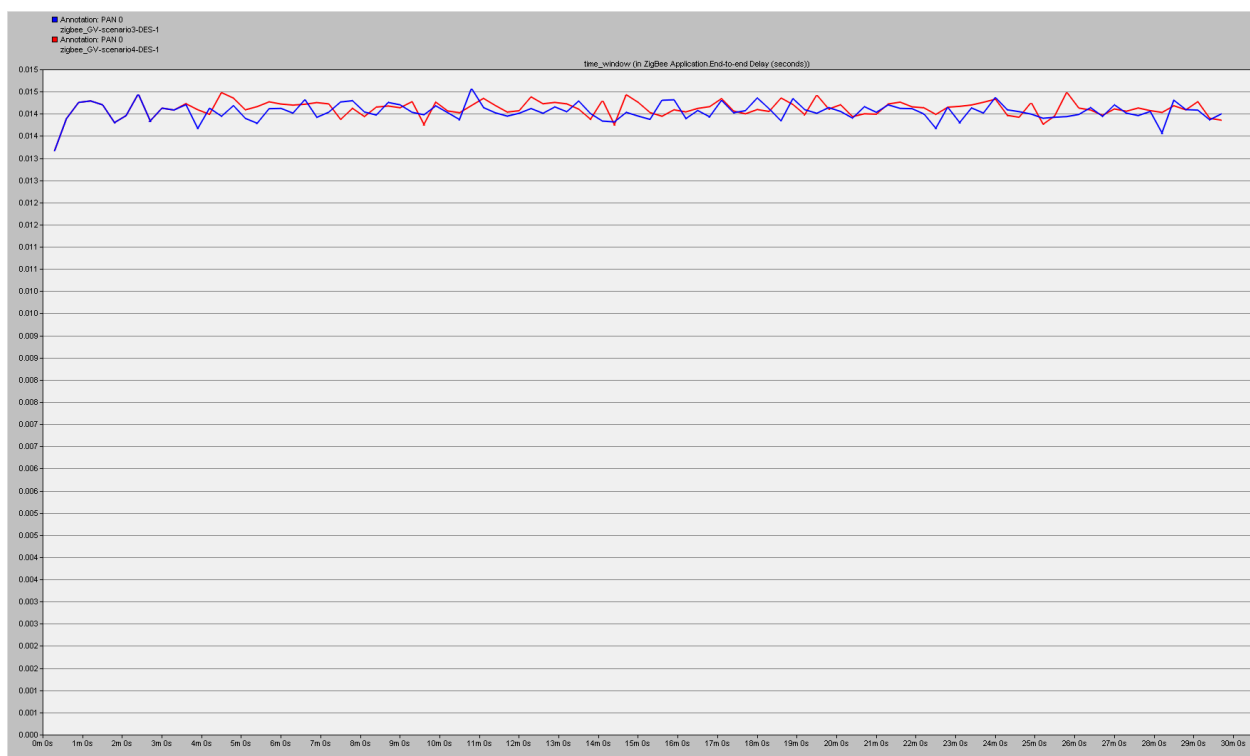


Рисунок 4.39 – Затримка 3 та 4 сценаріїв

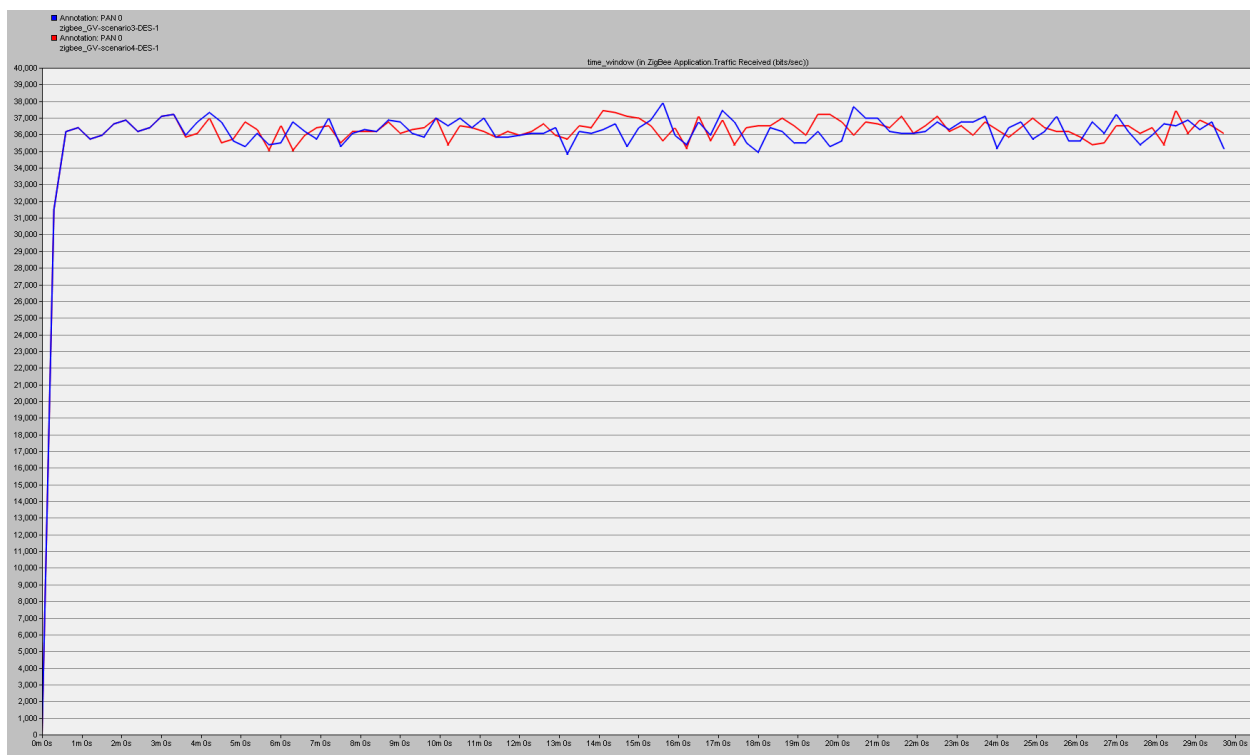


Рисунок 4.40 – Отриманий трафік 3 та 4 сценаріїв

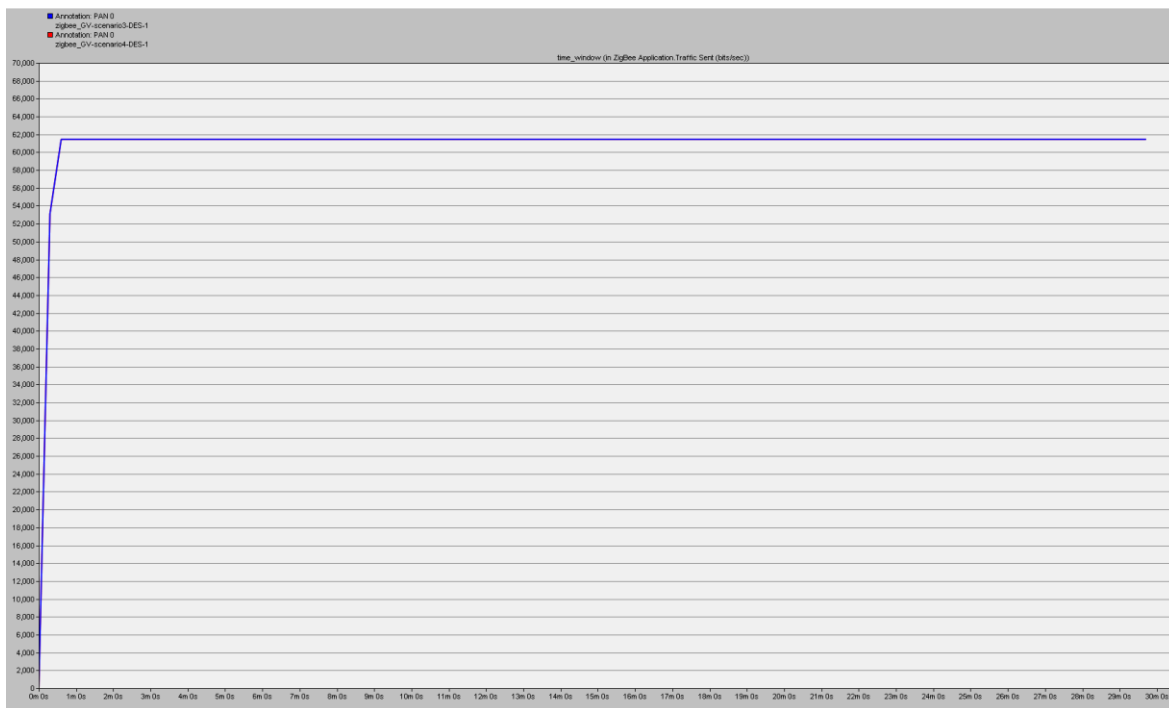


Рисунок 4.41 – Трафік відправлений 3 та 4 сценаріїв

Сценарій 5.

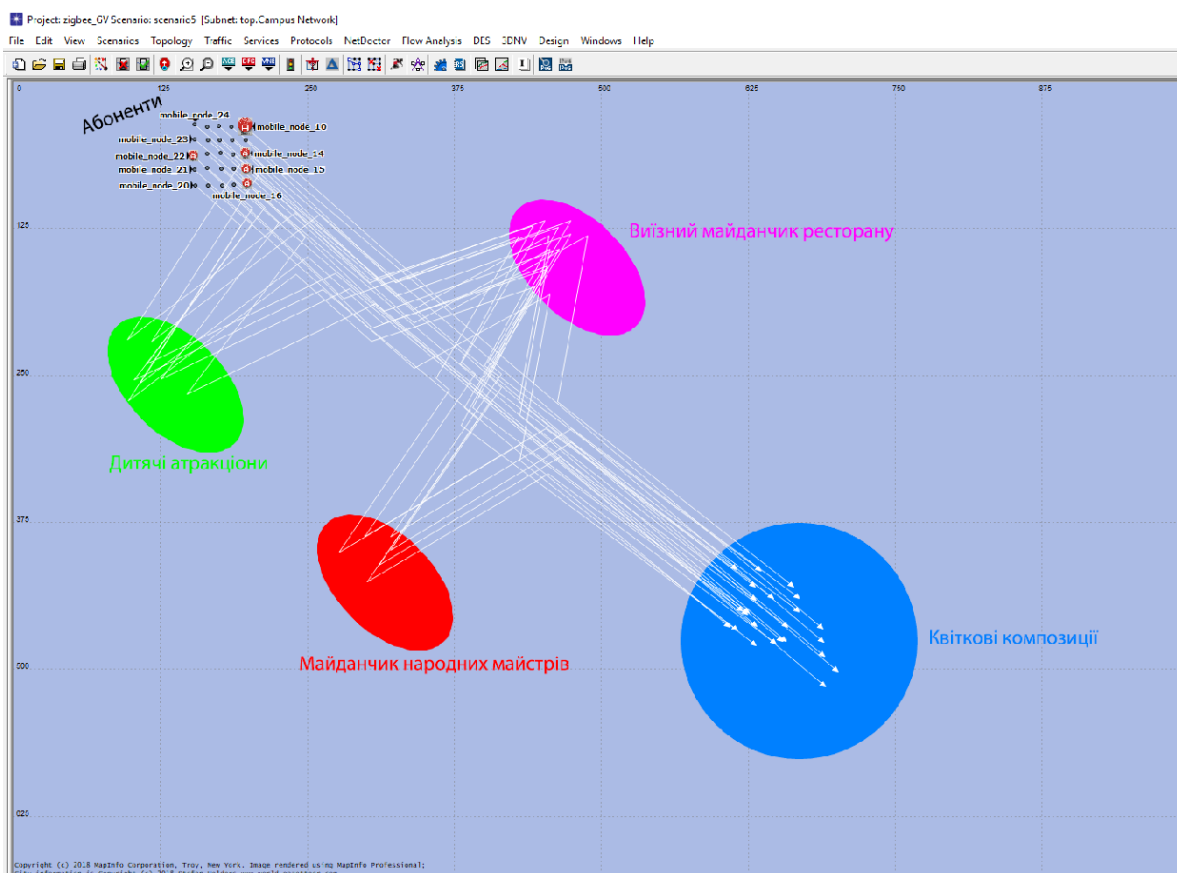


Рисунок 4.42 – Траєкторії до аттракторів

Вісім абонентів йдуть до «Дитячих атракціонів», п'ятнадцять абонентів йдуть до «Віїзного майданчику ресторана", шість абонентів йдуть до «Майданчику народних майстрів», всі інші йдуть до головного аттрактору «Квіткові композиції».

Edit Trajectory Information

Trajectory name: TrajectoryGV_5

	X Pos (m)	Y Pos (m)	Distance (m)	Altitude (m)	Traverse Time	Ground Speed	Wait Time	Accum Time	Pitch (degrees)	Yaw (degrees)	Roll (degrees)
1	0.000000	0.000000	n/a	0.000000	n/a	n/a	00.00s	00.00s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
2	38.499741	34.221992	51.511082	0.000000	1m28.30s	2.100112	00.00s	1m28.30s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
3	-57.036653	183.267419	177.036008	0.000000	3m51.21s	2.756497	3m44.00s	9m03.51s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
4	85.554979	75.573565	178.690683	0.000000	5m01.32s	2.134895	00.00s	14m04.83s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
5	149.721214	132.610218	85.851547	0.000000	2m20.48s	2.200068	00.00s	16m25.31s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
6	288.201850	86.305109	146.017349	0.000000	3m32.88s	2.469290	2m26.00s	22m24.19s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
7	226.007737	203.906034	133.034137	0.000000	3m59.12s	2.002856	00.00s	26m23.31s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
8	461.283930	378.580783	293.029244	0.000000	7m38.65s	2.300022	00.00s	34m01.96s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified

☒ Coordinates are relative to object's position

Ground speed in: km/hr

Distance in: meters

Altitude in: meters

Insert Delete Redefine... OK Cancel

Рисунок 4.43 – Характеристики траєкторії

Траєкторія як рухаються абоненти (координатор) (зображена швидкість, час, дистанція). Ми бачимо, що 7 чоловіків йдуть зі швидкістю 2,1; 2,7; 2,1; 2,2; 2,4; 2; 2,3 км \ год, відстань 51; 177; 178; 85; 146; 133; 293 метрів і час 1; 9; 14; 16; 22; 26 і 34 хвилин.

Edit Trajectory Information

Trajectory name: TrajectoryGV_6

	X Pos (m)	Y Pos (m)	Distance (m)	Altitude (m)	Traverse Time	Ground Speed	Wait Time	Accum Time	Pitch (degrees)	Yaw (degrees)	Roll (degrees)
1	0.000000	0.000000	n/a	0.000000	n/a	n/a	00.00s	00.00s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
2	127.619511	121.202887	176.002479	0.000000	4m24.00s	2.400034	00.00s	4m24.00s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
3	276.627766	68.443983	158.072661	0.000000	5m16.15s	1.799973	3m42.00s	13m22.15s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
4	206.044908	188.933913	139.641507	0.000000	5m35.14s	1.499998	00.00s	18m57.29s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
5	217.452239	198.915327	15.157579	0.000000	18.19s	2.999851	00.00s	19m15.48s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
6	123.341762	337.229210	167.294710	0.000000	6m16.41s	1.600013	1m39.00s	27m10.89s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
7	277.340724	245.257607	179.372421	0.000000	4m08.36s	2.600019	00.00s	31m19.25s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified
8	471.265344	389.988114	241.978685	0.000000	7m15.56s	2.000007	00.00s	38m34.81s	Autocomputed	Autocomputed	Unspecified

☒ Coordinates are relative to object's position

Ground speed in: km/hr

Distance in: meters

Altitude in: meters

Insert Delete Redefine... OK Cancel

Рисунок 4.44 – Характеристики траєкторії

Траєкторія як рухаються абоненти (координатор) (зображена швидкість, час, дистанція). Ми бачимо, що 7 чоловіків йдуть зі швидкістю 2,4; 1,7; 1,4; 2,9; 1,6; 2,6; 2 км \ год, відстань 176; 158; 139; 15; 167; 179; 241 метрів і час 4; 13; 18; 19; 27; 31 і 38 хвилин.

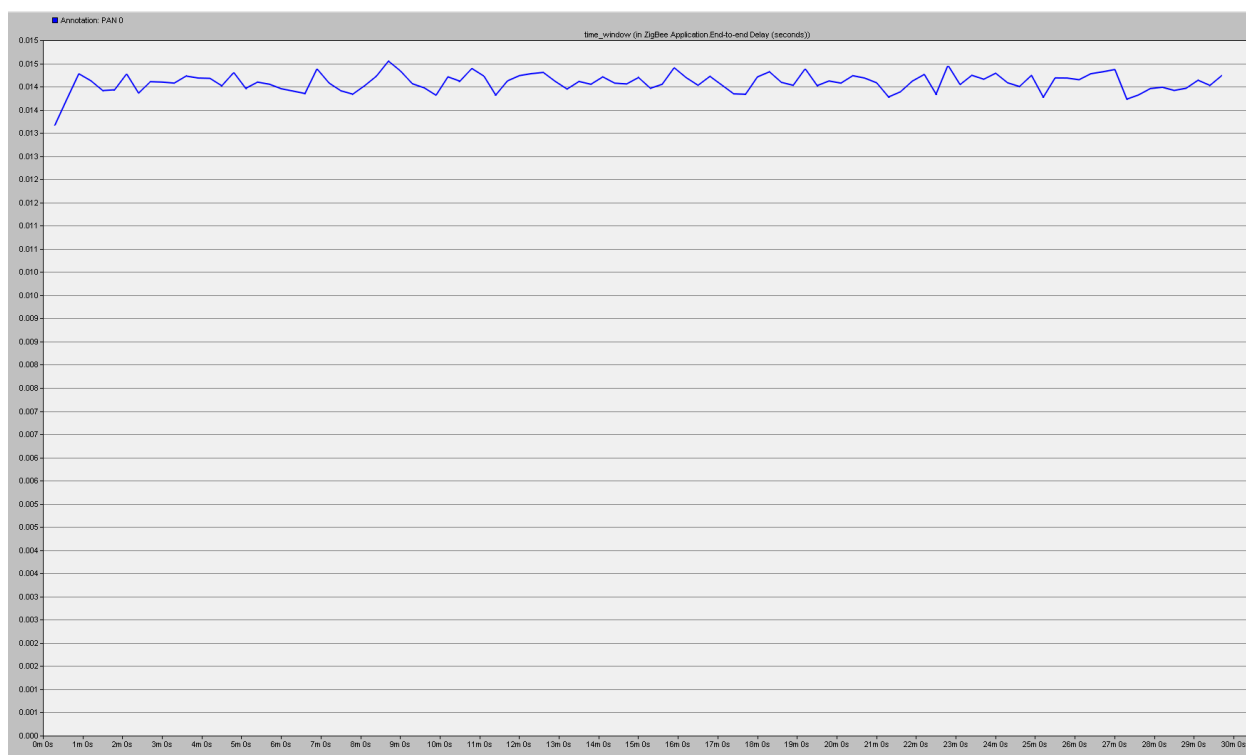


Рисунок 4.45 – Затримка

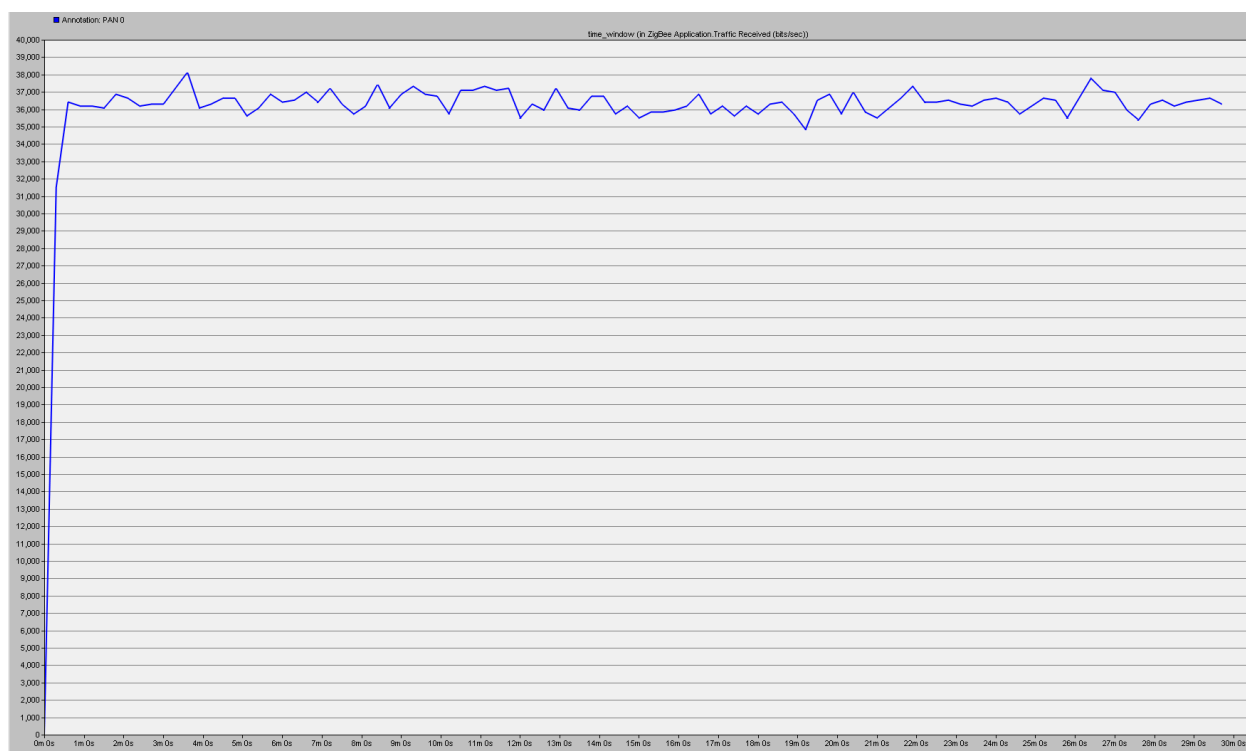


Рисунок 4.46 – Отриманий трафік

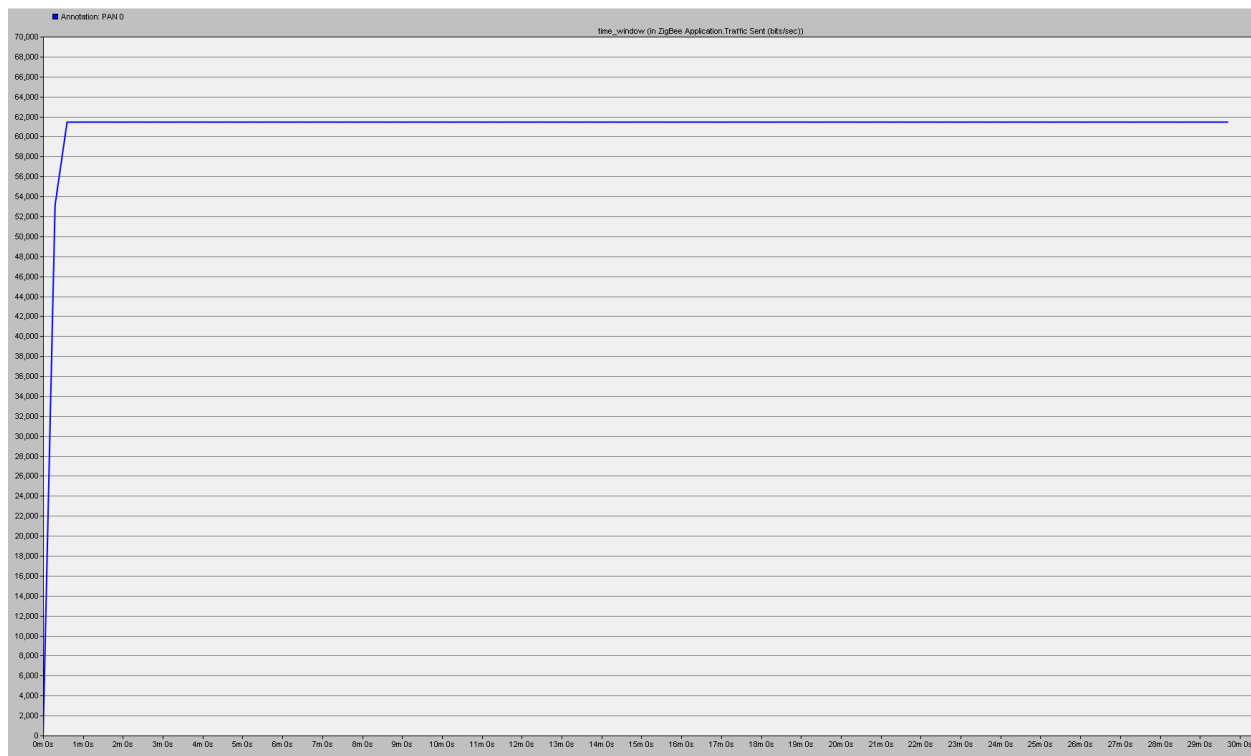


Рисунок 4.47 – Трафік відправлений

Порівняння всіх 5 сценаріїв.

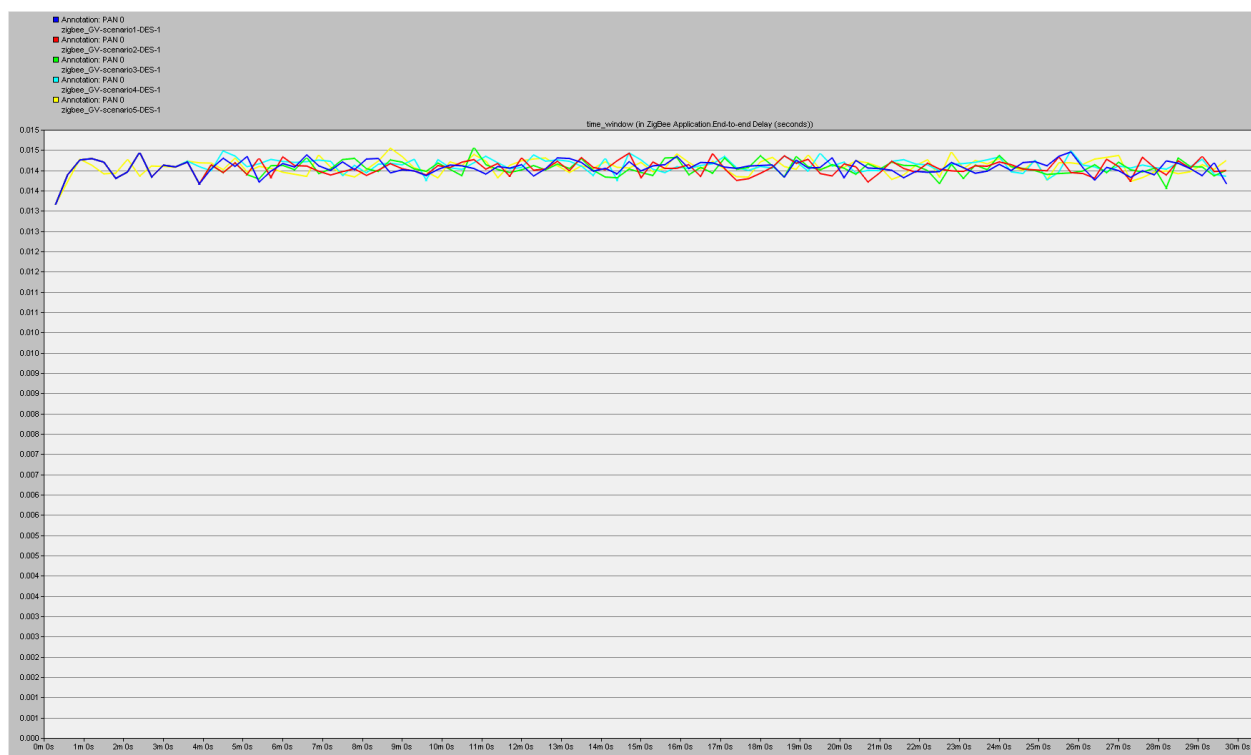


Рисунок 4.48 – Затримка всіх 5 сценаріїв

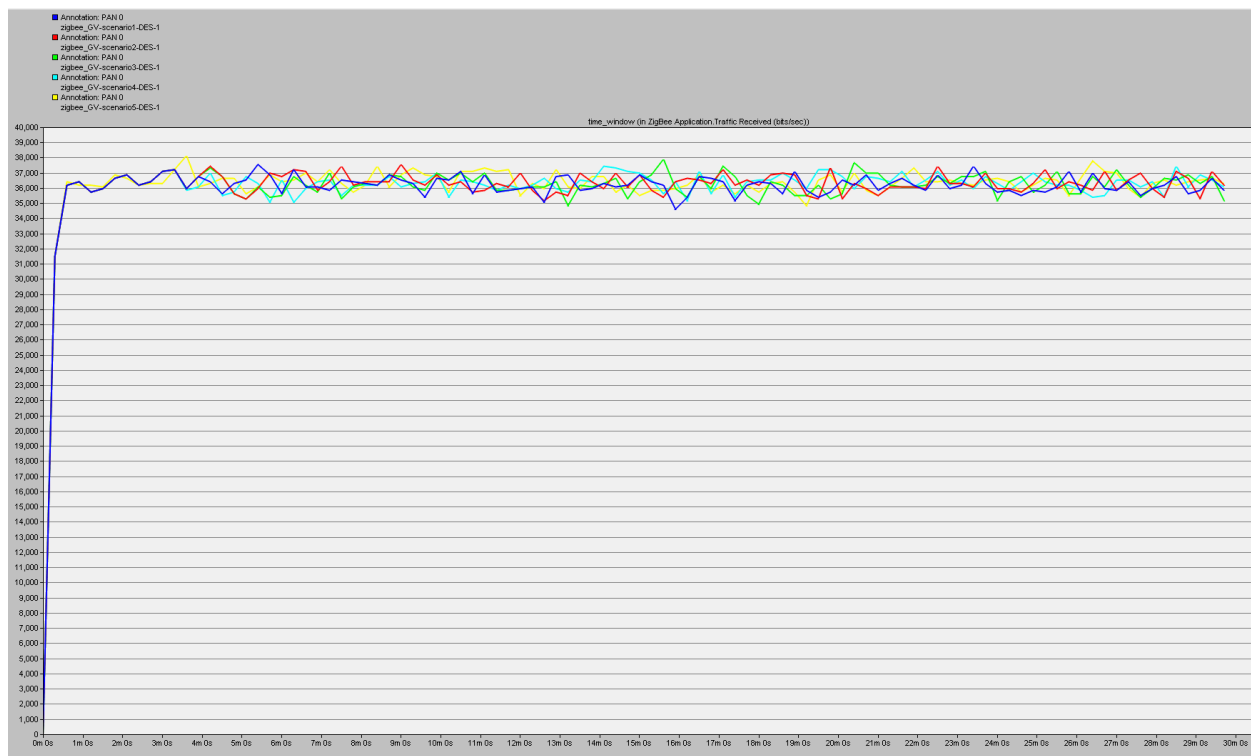


Рисунок 4.49 – Отриманий трафік

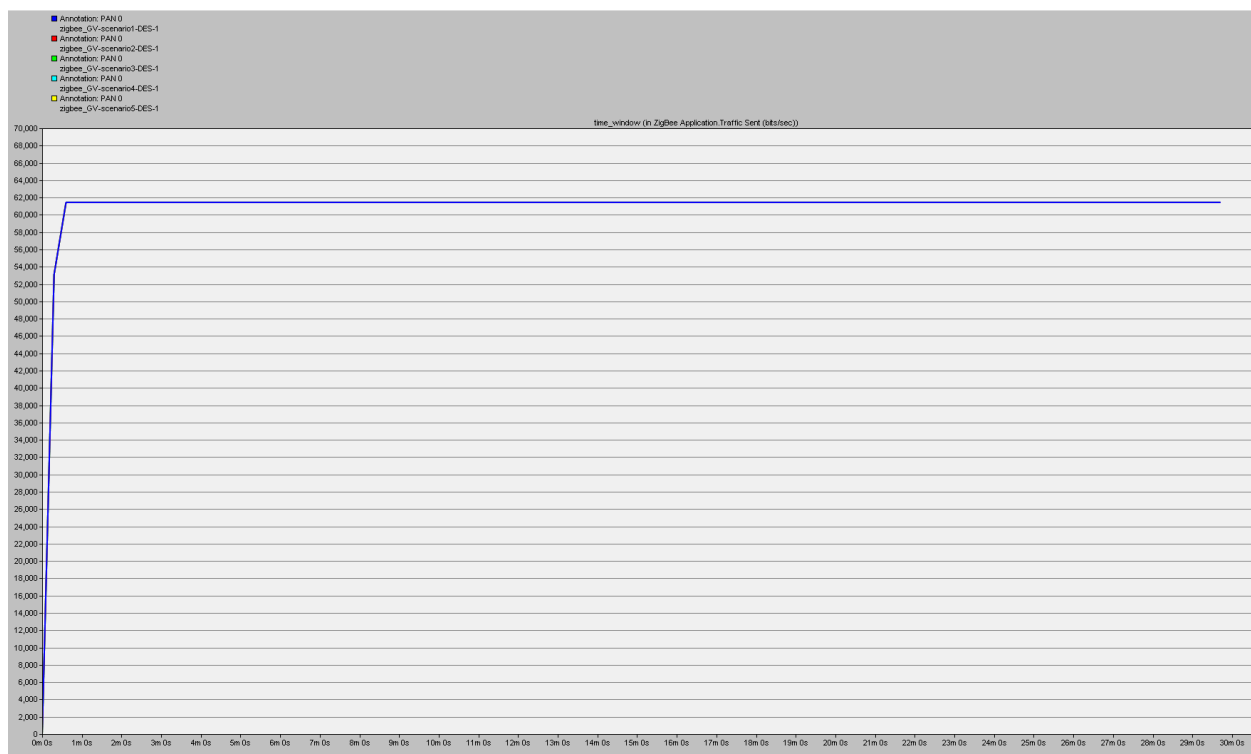


Рисунок 4.50 – Трафік відправлений

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

5.1 Важливість мобільного зв'язку на сьогоднішній день

Досягнення людства в двадцятому столітті вклало в життя людей не мало нових винаходів і захоплюючих відкриттів, які стали невіддільною частиною нашого комфортного життя в сьогоднішній день. Багато зроблено і впроваджено в повсякденне життя завдяки засобам зв'язку, які за важливістю займають далеко не останнє місце.

Сьогодні роль мобільного телефону в житті людини важко переоцінити. За допомогою цього компактного приладу ми будьякий момент маємо можливість швидко зв'язатися зі своїми родичами і друзями, колегами по роботі, щоб передати або дізнатися важливу чи цікаву для нас інформацію. При цьому не треба напружувати пам'ять і згадувати телефон старого знайомого, з яким вже давно незв'язувались, записна книжка мобільника завжди під рукою. Не маючи можливість зателефонувати людям або вийти в Інтернет, людина відразу відчуває себе дискомфортно. Хочеш забрати в людини все - почни з мобільного телефону.

Без стільникового зв'язку, який ми використовуємо щодня, виявляється неможливо уявити наше життя. Та й сам мобільний телефон перестав бути засобом зв'язку, перетворившись в багатофункціональний гаджет, за допомогою якого крім здійснення дзвінка, можливо спілкуватися в соціальних мережах, шукати та ділитись інформацією і т.д.

Еволюція стандартів стільникових мереж дала можливість отримати абонентам доступ до швидкісного інтернету, що дозволяє відкрити нові кордони і можливості використання телефону. До того ж при дзвінку, можливо спостерігати співрозмовника, незалежно від відстані між абонентами. Просування інформації при використанні сучасних каналів зв'язку набагато спрощують момент отримання інформації.

Завдяки розвитку мобільних технологій стало можливим зростання соціальних мереж, що спостерігається сьогодні. Без мобільного інтернету, смартфонів і планшетів ми були б повністю залежні від стаціонарних комп'ютерів, як і від стаціонарних телефонів. У сучасному світі таке навіть важко уявити.

За допомогою мобільних технологій ми можемо тепер заплатити за парковку прямо з телефону. Вбудовані карти дозволяють не заблукати в будь-якому районі незнайомого міста. Можливо побачити розклад транспорту після натискання однієї лише кнопки. Зрештою, тепер є можливість просто дізнаватися і досліджувати цікаві місця, по близькості від яких ми опинилися.

Також можливо бути більш спокійним за безпеку дітей. За допомогою спеціальних опцій, які можуть бути обумовлені з оператором, дозволяється відстежувати місцезнаходження своїх близьких та родичів, навіть не зв'язуватися при цьому з ними.

На сьогоднішній день стільникові технології не перестають розвиватися і продовжують збільшувати обсяги передачі даних. Експерти прогнозують, що впровадження п'ятого покоління дозволить відкрити для користувача ще більше послуг, які, будуть ще зручніше у використанні. Дистанційне керування автомобілем, цілим розумним будинком, або однієї з його частин - далеко неповний список майбутніх послуг, якими ми незабаром будемо користуватися.

Розвиток поколінь зв'язку від одного покоління до іншого, відбувається дуже швидко. За останні роки стільникові телефони стали невід'ємною частиною нашого життя. І це не дивно, адже високий ритм життя, реалізація повсякденних цілей і завдань диктує нам необхідність бути завжди на зв'язку і мати під рукою вірного помічника.

5.2 Тенденції розвитку технологій на ринку зв'язку

Ринок мобільного зв'язку України є одним з наймолодшим і прогресивним, до того ж динамічно розвивається.

До кінця 2018 року оператори стільникового зв'язку України вносять корективи в конфігурацію роботи своєї 4G-мережі, розширюють її, роблячи покриття більш доступним для абонентів. У 2019 році очікується розгляд питання до переходу к п'ятому поколінню стільникового зв'язку.

В даний час у деяких операторів України спостерігається підняття мінімальних тарифів для користування послугами мобільного Інтернету. Це обумовлено великими витратами на забезпечення 3G/4G-покриття. В цей же час конкуренти обіцяють десятки гігабайт за відносно невеликі гроші. Це пояснюється великою різницею в кількості встановлених 3G/4G вишок [24].

В умовах такої конкуренції оператори стільникового зв'язку ведуть боротьбу за кожного абонента, пропонуючи більш вигідні умови. Широка абонентська база – важливий показник для будь-якої компанії стільникового зв'язку.

Але як би швидко не крокували вперед технології стільникового зв'язку, залишається проблема – погана якість зв'язку під час скупчення абонентів при різних заходах.

Українські оператори розгортають свої пересувні базові станції, інженери з якості закуповують новітні технології дистанційного управління кутом нахилу антен. Однак цього не вистачає для всіх. З розвитком різноманітних послуг та додатків в місці скупчення великої кількості людей спостерігаються відправка і прийом все більшого обсягу трафіка. Технології стільникового зв'язку часом просто не витримують такого навантаження.

На даний момент основними стандартами мобільного зв'язку в Україні є GSM, CDMA і UMTS. В цій главі розглянемо стандарти (табл. 5.1). Всі вони налаштовані на пакетну передачу даних і, відповідно, на роботу з цифровими комп'ютерними мережами, включаючи Інтернет. [15]

Швидкість передачі дан их в новому поколінні 4G стандартів може досягати 13,5 Мбіт / с. Це дозволить підняти якість звуку.

Таблиця 5.1 – Маркетингові інструменти мобільного зв'язку

Оператор	Логотип	Стандарт зв'язку	Власник
Київстар		GSM 900/1800	ПрАТ «Київстар»
Vodafone			ПрАТ «ВФ Україна»
Lifecell			ТОВ «Лайфселл»
Інтертелеком		CDMA IS-95 (cdmaOne)	ТОВ «Інтертелеком»
PEOPLEnet		CDMA	«Телесистеми України»
ТриМоб (колишній Utel)		UMTS-HSDPA	ПАТ «Укртелеком»

Сьогодні в Україні реально діють три оператора-лідера мобільного зв'язку: "Київстар", "Vodafone", "Lifecell", які разом займають більше 96,4% ринку мобільного зв'язку в Україні.

На квітень 2017 роки ринок мобільного зв'язку (рис. 5.1) був розподілений таким чином: "Київстар" – 26,5 млн. абонентів, Vodafone – 20,8

млн., "Lifecell" – 9,5 млн.,. На частку інших мобільних операторів ("PEOPLEnet", "ТриМоб", "Інтертелеком" та ін.) доводиться – 2,1 млн. У процентному співвідношенні це виглядає наступним чином: "Київстар" – 45% абонентів, "Vodafone" – 35,3%, "Lifecell" – 16,1%, на частку інших мобільних операторів ("PEOPLEnet", "ТриМоб", "Інтертелеком" та ін.) припадає – 3,6%.

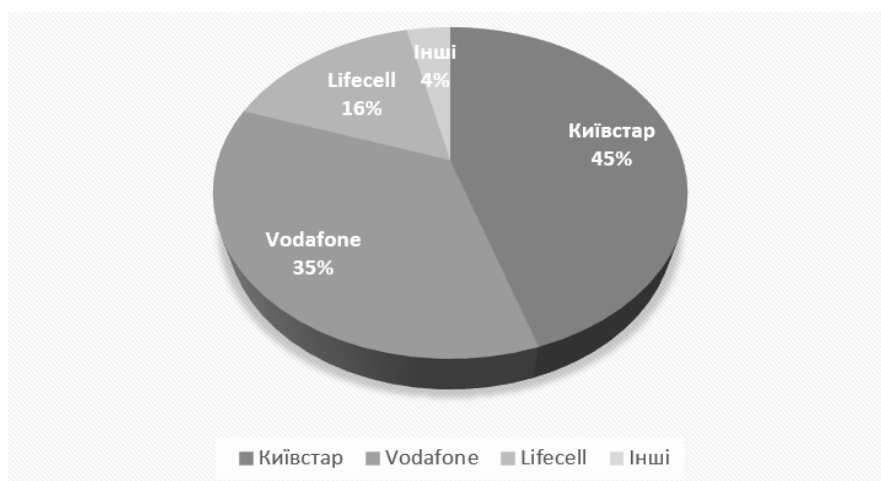


Рисунок 5.1 – Розподіл ринку мобільного зв'язку, (%)

З метою більшої наочності рівня монополізації ринку і зв'язку розрахуємо індекс Херфіндаля-Хіршмана за формулою:

$$HHI = \sum_{i=1}^n Y_i^2 \quad (5.1)$$

де HHI – Індекс Херфіндаля-Хіршмана ($y=x^2$).

де Y_i – ринкова частка компанії, а n – кількість усіх компаній.

$$HHI = 0,45^2 + 0,353^2 + 0,161^2 + 0,36^2 = 0,48$$

Таким чином, являє собою суму квадратів ринкових долей усіх компаній певної галузі.

$$HHI = s^2 + \frac{1}{n}; \quad (5.2)$$

$$HHI = 4 \cdot 0,036 + \frac{1}{4} = 0,394$$

де n – число фірм на ринку

s^2 – показник дисперсії часток фірми на ринку, рівний

$$s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \bar{Y})^2}{n}; \quad (5.3)$$

$$s^2 = \frac{(0,45 - 0,25)^2 + (0,353 - 0,25)^2 + (0,161 - 0,25)^2 + (0,36 - 0,25)^2}{4}$$

$$= \frac{0,143}{4} = 0,036$$

де $\bar{Y}$ – середня частка фірми на ринку, рівна $1/n$;

Y_i – ринкова частка i -тої фірми.

Проведені розрахунки індексу Херфіндаля-Хиршмана дають підставу стверджувати, що ринок мобільного зв'язку України є дуже монополізованим.

5.3 Оцінка конкурентоспроможності мобільних операторів зв'язку України

Kyivstar, Vodafone і Lifecell (табл. 5.2)

Таблиця 5.2 – Вартісні характеристики операторів зв'язку

№ з/п	Економічні параметри	Kyivstar	Vodafone	Lifecell
1	Вартість мінімального тарифу (грн)	75	65	75
2	Послуга батьківський контроль (грн/день)	2	1,6	2,13
3	Вартість доступу до Інтернету (1 Гб)	30	25	27,5

Таблиця 5.3 – Вагові показники якості операторів зв'язку

№ з/п	Технічні параметри	Kyivstar	Vodafone	Lifecell
1	Якість зв'язку	10	10	8
2	Мережа	10	9	7
3	Оперативність дій	10	10	8

1. Конкурентоспроможність товару оцінюють за допомогою інтегрального показника конкурентоспроможності:

$$k_{\text{інт}} = \frac{I_{\text{ТП}}}{I_{\text{ЕП}}}; \quad (5.4)$$

де $I_{\text{ТП}}$ – індекс технічних параметрів (індекс якості);

$I_{\text{ЕП}}$ – індекс економічних параметрів (індекс цін).

$$I_{\text{ТП}} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot v_i; \quad (5.5)$$

де q_i – одиничний показник i -го технічного параметра;

v_i – коефіцієнт вагомості i -го параметра.

$$q_i = \frac{P_{\text{оцін}}}{P_{\text{баз}}}; \quad (5.6)$$

де $P_{\text{оцін}}$ – значення параметра виробу, який оцінюється;

$P_{\text{баз}}$ – значення цього параметра базового виробу.

$$I_{\text{ЕП}} = \frac{\Pi_{\text{спож}}^{\text{оцін}}}{\Pi_{\text{спож}}^{\text{баз}}}; \quad (5.7)$$

де $\Pi_{\text{спож}}^{\text{оцін}}$, $\Pi_{\text{спож}}^{\text{баз}}$ – ціна споживання відповідно оцінюваного та базового виробів.

$$\Pi_{\text{спож}}^{\text{оцін}} = \Pi_{\text{продажу}} + M; \quad (5.8)$$

де M – сумарні витрати споживання, пов'язані з експлуатацією товару впродовж усього періоду його служби.

2. Визначення конкурентоспроможності оператора «Kyivstar» (стосовно оператора-конкурента «Vodafone»):

а) технічні параметри:

$$q_1 = \frac{10}{10} = 1$$

$$q_2 = \frac{10}{9} = 1,11$$

$$q_3 = \frac{10}{10} = 1$$

$$I_{\text{ТП}} = 1 \cdot 0,3 + 1,11 \cdot 0,4 + 1 \cdot 0,3 = 1,04$$

б) економічні параметри:

$$I_{\text{ЕП}} = \frac{65 + 1,6 + 25}{75 + 2 + 30} = \frac{91,6}{107} = 0,856$$

в) інтегральний показник:

$$K_{\text{інт}} = \frac{1,04}{0,856} = 1,2$$

$$1,2 > 1$$

3. Визначення конкурентоспроможності оператора «Kyivstar» (стосовно оператора-конкурента «Lifecell»):

а) технічні параметри:

$$q_1 = \frac{10}{8} = 1,25$$

$$q_2 = \frac{10}{7} = 1,43$$

$$q_3 = \frac{10}{8} = 1,25$$

$$I_{\text{ТП}} = 1,25 \cdot 0,3 + 1,43 \cdot 0,4 + 1,25 \cdot 0,3 = 1,3$$

б) економічні параметри:

$$I_{\text{ЕП}} = \frac{75 + 2 \cdot 13 + 27.5}{75 + 2 + 30} = \frac{104.63}{107} = 1$$

в) інтегральний показник:

$$K_{\text{інт}} = \frac{1,3}{1} = 1,3$$

$$1,3 > 1$$

5.4 Визначення трудомісткості та довготривалості роботи

Основною умовою раціонального планування дослідження є скорочення строків виконання при мінімальних витратах трудових, матеріальних та грошових ресурсів. Для цього вирішуються такі питання: визначення трудомісткості та тривалості витрат і ефективності дослідження. Комплекс науково–дослідницьких робіт може бути поділений на етапи. Для кожного етапу необхідно вказати його найменування, трудомісткість, виконавців і тривалість робіт. В даній роботі беруть участь один молодший науковий

співробітник і один старший науковий співробітник. Результати розподілу наведені в таблиці 3.1. Через те, що важко встановити трудомісткість виконання робіт, у зв'язку з елементами незвичайності, в процесі виконання більшості науководослідницьких робіт, використовується ймовірнісний метод. При цьому використовують дві або три вірогідних оцінки часу. Ці оцінки є вихідними для розрахунку очікуваного часу виконання роботи за формулою 3.1:

$$t_{\text{оч}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}} + 2 \cdot t_{\text{max}}}{5} \quad (5.9)$$

де $t_{\text{оч}}$ – очікувана оптимальна оцінка часу виконання роботи, днів;

t_{min} – мінімально необхідний час на виконання роботи при найбільш сприятливих умовах, днів;

t_{max} – максимальні витрати часу на виконання роботи за несприятливих умов, днів.

Таблиця 5.4 – Оцінка довготривалості та трудомісткості етапів робіт

№	Етапи роботи	Часова оцінка, дн.			Дисперсія	Виконавці		Тривалість, днів
		t_{min}	t_{max}	$t_{\text{оч}}$		Спеціальність	Кількість, чол.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Отримання технічного завдання	1	2	2	0,2	Молодший науковий співробітник	1	2
2	Огляд літературних джерел	4	8	6	0,8	Молодший науковий співробітник	1	6
3	Аналіз основних принципів організації	4	6	5	0,4	Молодший науковий співробітник	1	5

4	Підготовчий (технікоєкономічне обґрунтування) етап	14	20	17	1,2	Молодший науковий співробітник	1	14
5	Написання програми	12	14	13	0,4	Старший науковий співробітник	1	13
6	Аналіз результатів програми	13	19	16	1,2	Старший науковий співробітник	1	11
7	Вибір необхідного обладнання та матеріалів	1	3	2	0,4	Молодший науковий співробітник	1	2
8	Експериментальні дослідження	19	21	20	0,6	Молодший науковий співробітник	1	20
9	Аналіз отриманих даних, коригування програми	5	7	6	0,4	Старший науковий співробітник, Молодший науковий співробітник	2	6
10	Висновки та пропозиції	8	10	9	0,4	Старший науковий співробітник	1	7
11	Складання та обговорення технічного звіту	2	2	2	0,0	Старший науковий співробітник	1	2
12	Впровадження результатів	2	2	2	0,0	Молодший науковий співробітник	1	2
	Усього	85	114	100	–	–	–	90

Ступінь правильності визначення перевіряється розрахунком дисперсії – різниці між мінімальною та максимальною оцінками часу, що визначається за формулою (5.10):

$$\sigma = \frac{t_{max} - t_{min}}{5} \quad (5.10)$$

Розраховані значення для кожного етапу занесені у табл. 5.4.

Дана дипломна робота повинна виконуватися поетапно, у лінійній послідовності, так без отримання необхідних результатів дослідів не можна виконувати наступний пункт. Використовуючи дані табл. 5.4, збудуємо лінійний календар (рис.5.2):

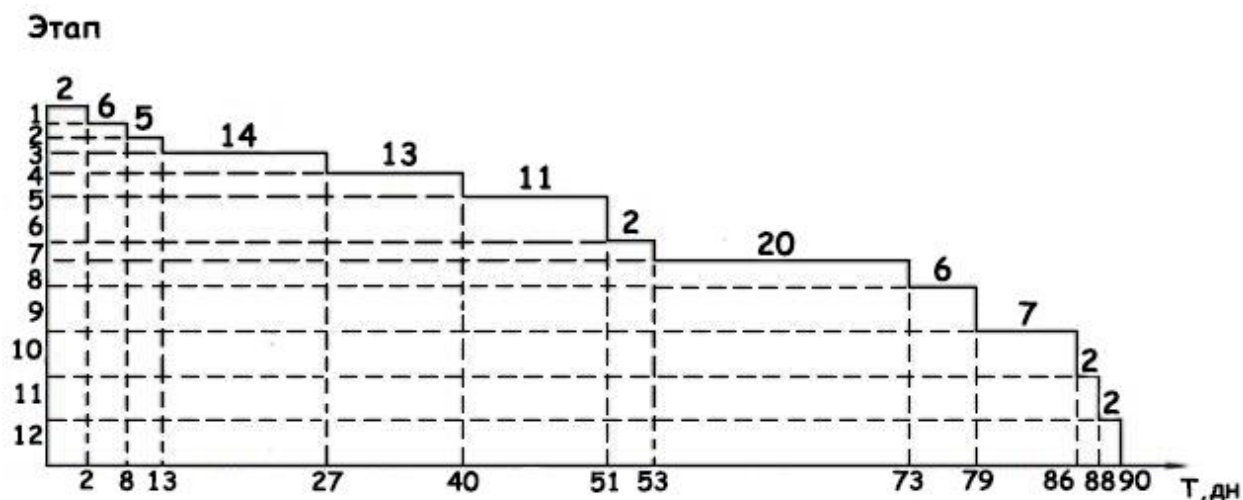


Рисунок 5.2 – Лінійний календарний графік

5.5 Розрахунок витрат на реалізацію проекту

Особливістю даної роботи є те, що для її реалізації не потрібно буде закуповувати велику кількість нового обладнання. Вся новизна полягає в особливості програмування. Корективи і введення в систему мережі зв'язку дозволять підвищити якість послуг, що надаються зв'язку, зменшити кількість втрат, що, безсумнівно, принесе додатковий фінансовий прибуток.

Основні витрати підуть на створення, доставку, установку, настройку, зміст і оновлення ліцензійного програмного забезпечення (ПЗ).

Для якісного програмного забезпечення потрібна потужна платформа для роботи. Для швидкої, точної, оперативної та якісної роботи потрібні потужні персональні комп'ютери з сучасними комплектуючими.

Важливою складовою економічної частини даної роботи є амортизація обладнання (персональних комп'ютерів). Термін експлуатації для ПК гарантовано становить 5 років. Амортизація обладнання розраховується за формулою:

$$A_m = \frac{A_{\text{обладнання}}}{T_{\text{експл}}} \quad (5.11)$$

де A_m – амортизація обладнання, грн;

$A_{\text{обладнання}}$ – загальна вартість обладнання, грн;

$T_{\text{експл}}$ – термін експлуатації обладнання, роки.

Що стосується оренди приміщення, то для даної роботи його не враховують, тому що вважається, що компанія (оператор стільникового зв'язку) надасть робоче місце фахівцям по роботі з новим ПЗ(програмним забезпеченням) в існуючому офісі, так як їм необхідна оперативна робота з існуючими фахівцями, а при необхідності – і обладнанням.

Зведені дані за вартістю обладнання та ліцензійного програмного забезпечення подано в таблиці 5.5.

У технічному центрі компанії (оператора стільникового зв'язку) повинен знаходитися фахівець, який буде працювати з мережею зв'язку і безпосередньо з ПЗ. Його завданням буде вміти користуватися програмним забезпеченням, щоб стежити за переміщенням абонентів в мережі, реагувати на них, а в разі перевантажень – своєчасно запустити необхідний модуль програми, щоб уникнути втрат. Слід найняти трьох таких фахівців, щоб забезпечити комфортний графік, тому що в подібній роботі необхідна постійна концентрація і вміння оперативно реагувати та приймати рішення. У теоретичному розрахунку вказується зарплата за 3 місяці.

22 % загального фонду складають соціальні відрахування.

Таблиця 5.5 – Витрати на обладнання та ліцензійне ПЗ, грн

Устаткування	Високопродуктивні ПК	Ліцензійна ПЗ
Модель	Artline Gaming G75 v03	Моніторинг абонентів
Кількість	3	1
Ціна за одиницю, грн	24 510	100 000
Доставка, грн (1% від вартості всіх ПК / ПЗ)	735.3	1000
Установка, грн (всіх ПК / ПЗ)	2500	3500
Налаштування, грн (всіх ПК / ПЗ)	2500	3500
Амортизація, грн (Всіх ПК)	14706	—
Σ, грн	93971.3	108000
Всього, грн	201 971.3	—

Зведені дані по заробітній платі співробітників наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Заробітна плата співробітників (за 3 місяці)

№ п/п	Посада	Основна заробітна плата (За 1 місяць), грн	Додаткова плата (за 1 місяць), грн
1	Програміст	20 000	4 000
2	Системний адміністратор	15 000	3 000
3	Системний адміністратор	15 000	3 000
Фонд оплати праці (Σ за 3 місяці), грн	180 000		
Соціальні відрахування (22% від Σ)	39 600		
Всього	219 600		

Загальна сума витрат розраховується за формулою:

$$З_{\text{загальна}}_{\Sigma} = \frac{З_{\text{обладнання}}}{\text{ПО}} + \Phi_{\text{от}} \quad (5.12)$$

де $З_{\text{загальна}}_{\Sigma}$ – загальна Σ витрат на реалізацію проекту, грн;

$\frac{З_{\text{обладнання}}}{\text{ПО}}$ – загальна Σ витрат на обладнання і ліцензійне ПЗ, грн;

$\Phi_{\text{от}}$ – заробітна плата співробітників (за 3 місяці), грн.

Розрахуємо загальну суму витрат на реалізацію проекту:

$$З_{\text{загальна}}_{\Sigma} = \frac{З_{\text{обладнання}}}{\text{ПО}} + \Phi_{\text{от}} = 201971.3 + 219600 = 421\,571.3 \text{ грн.}$$

5.6 Бальна оцінка економічної ефективності проекту

Бальна оцінка проводиться за такими важливими показниками:

- важливість розробки К1;
- можливість використання результатів розробки К2;
- теоретична значущість і рівень новизни дослідження К3;
- складність розробки К4.

Шкала для оцінки важливості розробки, оцінки можливості використання результатів розробки, оцінки рівня новизни, оцінки складності розробки наведені в таблицях 5.7, 5.8, 5.9, 5.10.

Таблиця 5.7 – Шкала для оцінки важливості розробки (К₁)

№ п/п	Показник	Бали
1	Ініціативна робота, яка не є частиною комплексної програми, або завданням відомчих органів	1
2	Робота, яка виконується за договором про науково-технічну допомогу	3
3	Робота представляє частину відомчої програми	5
4	Робота представляє частину відомчої комплексної програми	7
5	Робота являє частину міжнародної комплексної програми	8

Для даної роботи коефіцієнт важливості розробки (К₁) дорівнює 5.

Таблиця 5.8 – Шкала для оцінки можливості використання результатів розробки (К2)

№ п/п	Показник	Бали
1	В даному підрозділі	1
2	У даній організації	3
3	У багатьох організаціях	5
4	У масштабах країни	8

Для даної роботи коефіцієнт можливості використання результатів розробки (К2) дорівнює 3.

Таблиця 5.9 – Шкала для оцінки теоретичної значущості і рівня новизни дослідження (К3)

№ п/п	Показник	Бали
1	Аналіз, узагальнення відомої інформації. Подібні результати були відомі в досліджуваній області.	2
2	Отримання нової інформації, яка доповнює знання про суть досліджуваних процесів, не відомих в досліджуваній області	3
3	Отримання інформації, яка змінює уявлення про суть досліджуваної області, не відомої раніше	5
4	Створення нових теорій, методик	6
5	Отримання інформації, яка сприяє формуванню нових напрямків, не відомих раніше	8

Для даної роботи коефіцієнт теоретичної значущості і рівня новизни дослідження (К3) дорівнює 3.

Таблиця 5.10 – Шкала для оцінки складності розробки (K4)

№ п/п	Показник	Бали
1	Робота виконується одним підрозділом, витрати менше 10 000 грн.	1
2	Робота виконується одним підрозділом, витрати 10 000 – 50 000 грн.	3
3	Робота виконується одним підрозділом, витрати 50 000 – 100 000 грн.	5
4	Робота виконується за участю багатьох підрозділів, витрати 100 000 – 500 000 грн.	7
5	Робота виконується декількома організаціями, витрати більше 500 000 грн	8

Для даної роботи коефіцієнт складності розробки (K_4) дорівнює 7.

Загальну оцінку (позначимо як I_n) ставиться за добутком всіх коефіцієнтів:

$$I_n = E_1 * E_2 * E_3 * E_4, \quad (5.13)$$

де E_1 – коефіцієнт важливості розробки;

E_2 – коефіцієнт можливості використання результатів розробки;

E_3 – коефіцієнт теоретичної значущості і рівня новизни дослідження;

E_4 – коефіцієнт складності розробки.

Питомий ефект на кожен бал – 2 000 грн.

Загальний ефект від розробки розраховується за формулою:

$$A_{\text{заг_еф}} = I_n \cdot 2\,000 * E_1 * E_2 * E_3 * E_4, \quad (5.14)$$

де $A_{\text{заг_эф}}$ – загальний ефект від розробки, грн;
 E_1 – коефіцієнт важливості розробки;
 E_2 – коефіцієнт можливості використання результатів розробки;
 E_3 – коефіцієнт теоретичної значущості і рівня новизни дослідження;
 E_4 – коефіцієнт складності розробки.
 Розрахуємо загальний ефект від розробки:

$$A_{\text{заг_эф}} = 2\,000 * E_1 * E_2 * E_3 * E_4 = 5 * 3 * 3 * 7 * 2\,000 = 630\,000 \text{ грн}$$

Економічна ефективність від реалізації дипломного проекту визначається за допомогою коефіцієнта ефективності, який характеризує частину загального ефекту від розробки, що доводиться на 1 грн. витрат.

$$K_e = A_{\text{заг_эф}} / Z_{\text{загальна_}\Sigma}, \quad (5.15)$$

де K_e – коефіцієнт ефективності;
 $A_{\text{заг_эф}}$ – загальний ефект від розробки, грн;
 $Z_{\text{загальна_}\Sigma}$ – загальна сума витрат на реалізацію проекту, грн

Розрахуємо коефіцієнт ефективності:

$$K_e = A_{\text{заг_эф}} / Z_{\text{загальна_}\Sigma} = 630\,000 / 421\,571.3 = 1.49$$

5.7 Висновки по «Організаційно-економічним розрахункам»

Ринок мобільного зв'язку України є одним з наймолодших і прогресивних, до того ж динамічно розвивається.

На даний момент основними стандартами мобільного зв'язку в Україні є GSM, CDMA і UMTS. Всі вони налаштовані на пакетну передачу даних і, відповідно, на роботу з цифровими комп'ютерними мережами, включаючи

Інтернет. Таким чином, проект має перспективу розвитку і в подальшому може використовуватися операторами стільникового зв'язку для моніторингу абонентів з метою поліпшення якості надаваних сервісів, підвищення абонентської бази, що, в свою чергу, підвищить прибуток компанії.

Сьогодні в Україні діють три оператора-лідера мобільного зв'язку: "Київстар", "Vodafone", "Lifecell".

Впровадження оператором мобільного зв'язку даного моніторингу абонентів в кластері мережі стільникового зв'язку розташовує до себе абонентів, так як це дасть можливість людям в місцях масового скупчення отримувати якісні послуги:

- люди зможуть пізнавати про важливі новини;
- відслідковувати місце положення (за допомогою спеціальних програм) рідних та близьких, коли це особливо необхідно;
- залишатися на зв'язку з колегами, бути в курсі всіх подій у вихідні та святкові дні, коли перевантаження можуть вплинути на сервіс, особливо коли цього вимагає посада;

Крім якісних сервісів впровадження моніторингу оптимізує робочий процес і технічне обладнання компанії, що зменшить його знос. Компанія зможе раціональніше задіяти кадровий склад, більш доцільно використовувати обладнання стільникового зв'язку [15].

Економічна ефективність від реалізації дипломного проекту визначається за допомогою коефіцієнта ефективності, що характеризує частку загального ефекту від розробки, доводиться на 1 грн. витрат. Слідуючи з проведених розрахунків, коефіцієнт економічної ефективності дорівнює 1,49, це говорить про те, що проект економічно вигідний.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Прогноз переміщення абонентів в кластері мережі стільникового зв'язку - це порядок, що дозволяє завчасно встановлювати напрямок переміщення груп абонентів з наміром зміни структури роботи обладнання для надання високоякісних послуг. Раціональність таких прогнозів обґрунтовується тим, що він буде діючий як в умовах надзвичайної ситуації, так і в місцях масового скупчення абонентів (концерти, спортивні заходи, мітинги і т.п.). Здійснення цієї роботи допускає зменшення чисельності обривів, звільнення мережі (зменшити зайнятість каналів), а це в свою чергу збільшить в рази кількість абонентів, які зуміють одночасно використовувати GSM і UMTS канали. При масовому скупченні абонентів і надзвичайних ситуаціях це дасть можливість зберегти життя людей. У даній роботі були проаналізовані технічні, а також економічні сторони. Безпека персоналу, що виконує прогноз розглянута далі в роботі.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Небезпечний виробничий фактор – вплив на людину, який в певних умовах приводить до травми або раптового погіршення здоров'я. Якщо виробничий фактор призводить до хвороби і зниження працездатності, він називається шкідливим. Фактор може стати небезпечним, якщо збільшується рівень і тривалість впливу. Виробничі фактори діляться на групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізичні. Програміст, який здійснює прогноз переміщення абонентів і інші співробітники організації працюють в офісному приміщенні. Вони можуть піддаватися таким небезпечним і шкідливим виробничим факторам.

Фізичні:

– наявність шуму і вібрації;

- електромагнітне випромінювання;
- м'яке рентгенівське випромінювання;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі;
- ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання;
- електростатичне поле між оператором та екраном;
- наявність пилу, озону, оксиду азоту;
- невідповідність нормам мікроклімату;
- недостатня освітленість робочого місця;
- небезпека виникнення пожежі;
- небезпека ураження електричним струмом.

Психофізичні:

- напруга органів зору;
- статичні перевантаження кістково-м'язового апарату, динамічні перенапруги м'язів кистей рук;
- розумове і фізичне перенапруження;
- емоційні перевантаження.

Фактори першої групи пов'язані з фізичними умовами, де знаходяться під час роботи люди. Друга група пов'язана з фізичними та психологічними умовами праці. Фактори обох груп пов'язані між собою і потрібно розглядати комплексно їх вплив на людей.

Вищенаведені фактори призводять до травм, погіршення здоров'я, професійним захворюванням, що призводить до зниження продуктивності праці.

Наприклад, сильний шум викликає труднощі до розпізнавання кольірних сигналів, знижує швидкість сприйняття кольору і зменшує на 10% продуктивність праці. Тривалий вплив шуму з рівнем звукового тиску 90 дБ знижує продуктивність праці на 45%.

6.2 Заходи щодо забезпечення електробезпеки

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електроструму, електродуги, електромагнітного поля і статичної напруги.

Програміст працює з ЕОМ в офісному приміщенні. Електричні установки, до яких відноситься майже все обладнання електронних обчислювальних машин становить потенційну небезпеку, в процесі експлуатації людина може торкнутися частин, що знаходяться під напругою.

Особлива небезпека електроустановок: струмоведучі провідники, корпуси, стійки і інші. Устаткування, яке під напругою в разі пошкодження ізоляції, не подає сигналів, які попереджали б про небезпеку. Людина реагує на електричний струм тільки коли він вже протікає через нього. Проходячи через тіло, електричний струм чинить на нього складний вплив, викликаючи термічну, механічну, біологічну дію. Можливі опіки, нагрів тканини, фізико - хімічна зміна складу крові, розрив м'язових тканин.

Безпека персоналу забезпечується виконанням наступних заходів:

- дотримання відповідних відстаней до струмоведучих частин;
- застосування блокування апаратів і захисних пристроїв для запобігання помилкових операцій і доступу до струмоведучих частин;
- застосування попереджувальної сигналізації, плакатів і написів;
- застосування пристроїв для зниження напруженості електричних і магнітних полів до допустимих значень.

Електроустановки повинні знаходитися в технічно справному стані, що забезпечує безпечні умови праці.

ГОСТ 12.2.003-74 "Виробниче обладнання. Загальні вимоги безпеки" визначає заходи безпеки при експлуатації електроустановок.

Для попередження про небезпеку наближення до струмоведучих частин обладнання використовуються спеціальні попереджувальні, забороняючі і вказівні плакати.

До даних плакатів відноситься «Не включати: працюють люди!». Вони вивешіваються на ключах керування і приводах рубильників, на вимикачах, а також підставах запобіжників, за допомогою яких може бути подана напруга до робочого місця.

У деяких випадках, коли на лінії проводиться робота, на привід рубильника або вимикача вивішується плакат «Не включати: працюють люди!». Такий плакат вивішується або знімається на вимогу диспетчера або оперативного особи, яка відповідає за лінію.

На тимчасових загородженнях вивішують плакати «Стій. Напруга!». Коли поблизу від місця роботи є включені частини установки, то на всіх готових до роботи місцях встановлюють плакати «Працювати тут».

Плакати, які вивішені при підготовці робочого місця, забороняється прибирати або знімати до повного закінчення роботи.

При нормальному стані обладнання для забезпечення безпеки праці, визначені критерії, які забезпечують недоступність і робочу ізоляцію струмоведучих частин, захисний розподіл мереж і малі напруги. У свою чергу враховані додаткові критерії, які ліквідують небезпеку при появі напруги на неструмоведучих частинах. Можуть бути застосовані: захисне заземлення, занулення, захисне відключення, вирівнювання потенціалів, подвійна ізоляція та інші заходи, згідно з вимогами, ГОСТ 12.1.019-79 «Електробезпека».

Фахівці служби експлуатації підтримують обладнання в робочому стані і проводять технічне обслуговування. У разі необхідності при виникненні несправності обладнання, керівник негайно повідомляє про пошкодження в даний підрозділ.

Окремі складові частини обладнання, доступні для дотику ізольовані і повністю забезпечують захист від ураження електричним струмом.

Для того щоб захистити працівників від ураження електричним струмом в разі помилкової подачі напруги, на всіх фазах виключеної установки використовується захисне заземлення з усіх боків, звідки може бути подана напруга (в тому числі і шляхом зворотної трансформації через зварювальні

трансформатори, трансформатори місцевого освітлення і т. п.).

6.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Існує певна сукупність санітарно – гігієнічних норм і вимог, що забезпечують комфортні умови праці і високу працездатність оператора ЕОМ.

Щоб запобігти несприятливому впливу на людину шкідливих факторів, які супроводжують роботу з відео-дисплейними терміналами та персональними електронно-обчислювальними машинами, був розроблений ряд санітарно-гігієнічних вимог.

Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці спрямовані на запобігання або на скорочення впливу на персонал шкідливих виробничих факторів. Вони створюють на робочих місцях нормальні умови повітряного середовища, необхідну освітленість, прибирають впливу шуму, випромінювання та інших шкідливих виробничих факторів.

Офісні приміщення, межі яких (включаючи площу і обсяг) повинні відповідати кількості працюючих і встановленому в них комплекту технічних приладів.

Обсяг і площа виробничого приміщення на кожного працюючого за санітарними нормами, повинні бути не менш ніж 20 м^3 та 6 м^2 , відповідно. У приміщеннях розраховуються показники температури, чистоти повітря, забезпечення ізоляції і шумів. Санітарні норми повинні відповідати стандартам СН 245-71 (ДНАОП 0.03-3.01-71). Стіни і стелі повинні бути виконані з малотеплопроводних матеріалів, що не затримують осадження пилу. Підлоги повинні бути теплими, еластичними, рівними і не слизькими.

Освітленість робочого місця є одним з основних факторів, що впливають на стомлюваність і працездатність. Негативні наслідки може мати як недостатнє, так і занадто сильне освітлення. Прийнято для забезпечення сприятливих умов роботи, нормувати мінімальну освітленість на робочому місці (освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні). Норми

освітленості визначаються призначенням приміщення і характером виконуваних в ньому робіт.

У приміщенні, де працює програміст застосовується бічне природне освітлення з доповненням додаткового штучного освітлення. В офісах освітлення здійснюється системою загального рівномірного освітлення. У приміщеннях, де здійснюється робота з документами застосовується система комбінованого освітлення.

На робочому столі освітленість повинна складати 300-500 лк.

Можлива установка світильників місцевого освітлення. Місцеве освітлення не призводить до відблисків на поверхні екрану і не збільшує освітленість на ньому більше ніж на 300 лк.

Природне освітлення позитивно впливає не тільки на зір, але також тонізує організм людини в цілому і надає сприятливий психологічний вплив. У зв'язку з цим все приміщення відповідно до санітарних норм і правил повинні мати природне освітлення.

Кольорове рішення виробничих приміщень направлено на збільшення якості санітарно-гігієнічних умов праці і сприяє збільшенню продуктивності праці та безпеки. Колір впливає на нервову систему людини, на його настрій і, отже, на продуктивність праці. Основний колір для робочого приміщення повинен бути нейтральним і легким. Грамотно спланований колір допомагає зберегти працездатність протягом усього робочого дня.

Гігієнічні дослідження дозволяють встановити, що шум і вібрації погіршують умови праці, роблячи шкідливий вплив на організм людини. При тривалому впливі шуму на організм людини відбуваються небажані явища: знижується гострота зору, слуху, підвищується кров'яний тиск, знижується увага.

Рівень шуму в приміщенні програмістів обчислювальних машин не повинен перевищувати 50 дБ. Середньоквадратичне значення коливальної швидкості для вібрацій з частотами, близькими до 5 Гц, не повинна перевищувати на робочому місці значення 5 мм/с або 10дБ.

Для зниження рівня шуму застосовують наступні заходи:

- облицювання стелі та стін робочого приміщення звукопоглинальним покриттям;
- створення звукопоглинальних перешкод між джерелом шуму і людиною;
- забезпечення персоналу засобами захисту від шуму.

Тому зменшення шуму на робочому місці внутрішніми і зовнішніми джерелами є важливим завданням. Еластичні прокладки між підставою машини приладу і опорною поверхнею забезпечують зниження шуму. Прокладки можуть бути з гуми, пробки і амортизатори різних конструкцій. Можливе застосування синтетичних килимків зі спеціальних матеріалів під настільні шумливі апарати. Також під ніжки столів на яких встановлено обладнання потрібно підкладати підстилки з повсті або м'якої гуми товщиною до 8 мм. Підстилки повинні бути закріплені за допомогою склеювання з опорними частинами. Вимоги захисту людини від рівня звукової потужності шуму встановлює ГОСТ 26329-84.

Організація робочого місця та обладнання, що працює з ЕОМ, конструкції всіх елементів робочого місця відповідають вимогам: ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 22.269-76, ГОСТ 21.889-76.

В офісному приміщенні де знаходиться персонал наявність робочого столу є обов'язковим. Конструкція робочого місця користувача ЕОМ повинна забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози. Робочий стілець повинен бути підйомно-поворотним і регульованим по висоті і кутам нахилу сидіння і спинки та відстані спинки до переднього краю сидіння.

Для створення необхідного повітрообміну у виробничих приміщеннях і видалення шкідливих частинок використовують вентиляцію і кондиціонування. Основне призначення вентиляції – видалення з робочої зони забрудненого або перегрітого повітря і подача чистого повітря. Основне завдання – визначення повітрообміну, тобто кількість вентиляційного повітря, необхідного для створення оптимального санітарно-гігієнічного рівня повітряного середовища приміщення. Залежно від способу переміщення повітря вентиляція ділиться на

природну і штучну. Можливо поєднання – змішана вентиляція.

У приміщеннях без шкідливих виділень вентиляція повинна забезпечувати повітрообмін не менше $30 \text{ м}^3/\text{чол.}$ на кожного працівника в приміщенні з об'ємом до 20 м^3 на одну людину. У разі виділення шкідливих речовин повітрообмін визначається з урахуванням їх розведення по ГДК, при присутності теплових підвищень з умов підтримки допустимої температури в робочій зоні.

Природна вентиляція виробничих приміщень здійснюється за рахунок різниці температур, повітря і дії вітру. Вона використовується для нормалізації мікроклімату в приміщенні без шкідливих речовин. Природна вентиляція є простою в експлуатації і дешевою. При цьому повітря не очищається і може забруднювати навколишнє середовище. Природна вентиляція застосовується там, де немає великих виділень шкідливих речовин в повітря робочої зони.

Штучна вентиляція усуває недоліки природної. При такій вентиляції повітрообмін здійснюється за рахунок напору повітря, створюваного вентиляторами. У зимовий час повітря підігрівається, а в літній – охолоджується, при цьому очищається від забруднень у вигляді пилу, шкідливих парів і газів. Загально-обмінна вентиляція надає можливість для створення потрібного мікроклімату і чистоти повітря по всьому об'єму робочої зони. Вона використовується для видалення зайвого тепла при відсутності шкідливих виділень. Застосовується також, якщо технологічний процес і особливості обладнання не дозволяють використовувати місцеву витяжну вентиляцію. Витяжну вентиляцію застосовують, коли забруднення можна вловлювати безпосередньо біля місць їх виникнення. Для цього застосовують витяжні шафи, парасолі, завіси і т.д.

Системи кондиціонування служать для приготування, переміщення і розподілу повітря з автоматичним регулюванням його параметрів. Системи кондиціонування очищають від пилу, нагрівають, охолоджують і зволожують повітря, автоматично регулюють його параметрів, контролюють і управляють. Кондиціонування повітря частіше застосовують в невиробничих приміщеннях. У

виробничих приміщеннях воно використовується для створення оптимальних санітарно-гігієнічних умов, які неможливо створити вентиляцією.

Необхідний повітрообмін визначається за формулою:

$$L = \frac{Q}{c_{\gamma} \cdot (t - t_{\text{пр}})}, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (6.1)$$

де Q –сумарна кількість теплоти, що утворюється в приміщенні, кДж/год;

C –питома теплоємність повітря, що дорівнює $C = 1$ кДж/(кг °С);

γ – щільність зовнішнього повітря, що дорівнює $= 353/(273+t_{\text{пр}})$, кг / м³;

t –температура повітря, що видаляється °С;

$t_{\text{пр}}$ –температура припливного повітря, °С;

Вхідні дані: $Q = 7300$ кДж / год;

$t = 32^{\circ} \text{ C}$;

$t_{\text{пр}} = 19^{\circ} \text{ C}$.

Необхідний повітрообмін розраховується:

$$L = \frac{Q}{c \cdot \gamma \cdot (t - t_{\text{пр}})} = 464 \text{ м}^3 / \text{год}$$

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Пожежна безпека являє собою сукупність заходів для виключення можливості пожежі, а в разі загоряння усунення впливу на людей небезпечних факторів і захист матеріальних цінностей.

Офісне приміщення належить до категорії П-Па по взрив-пожежної безпеки згідно з ДБН В.2.2-9-98 «Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування» і має II ступінь вогнестійкості відповідно до НАПБ Б.03.002.

Всі працівники – користувачі ЕОМ повинні бути проінструктовані з

питань пожежної безпеки при експлуатації ЕОМ.

В електронному обладнанні дуже висока насиченість розміщення елементів електронних схем. З'єднувальні дроти, комутаційні кабелі знаходяться дуже близько один до одного. Виділяється велика кількість теплоти при протіканні по ним електричного струму. Це може привести до підвищення температури окремих вузлів до 80°C – 100°C . Внаслідок цього можливо оплавлення і оголення ізоляції сполучних проводів, що може призвести до замикання з іскрінням і перевантажень елементів схем. При перегрів елементи іскрять, що може призвести до пожежі.

Системи вентиляції і кондиціонування повітря відводять тепло від електронного обладнання, але вони являють собою додаткову пожежну небезпеку.

Безпека об'єкта повинна відповідати ГОСТ 12.1.004-91-ССБТ.

Вимоги забезпечені:

- системою порядку запобігання пожежі;
- системою порядку протипожежного захисту;
- організаційно-технічними заходами.

Система запобігання пожежі – комплекс організаційних заходів і технічних засобів спрямованих на виключення умов, необхідних для виникнення пожежі. Напрямок: запобігання утворенню горючого середовища, запобігання виникненню джерела запалювання.

Система протипожежного захисту-сукупність заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальних збитків. Здійснюється за напрямками:

- обмеження розмірів і поширення пожежі;
- обмеження розвитку пожежі;
- забезпечення безпеки людей і майна;
- створення умов для успішного гасіння пожежі.

Система забезпечена:

- використанням засобів пожежогасіння та різних видів пожежної техніки,

вогнегасники марок ВВ-2, ВВ-25, ВВ-80, ВП-2, ВП-10;

- використання установок пожежної сигналізації і пожежогасіння типу ПКІЛ, з мовниками ІП-2;

- використанням систем протидимної захисту з датчиками КІ-1;

Для захисту робочого місця застосовуються:

- установки пожежної сигналізації ІДФ-1, АИД-2, КІ-1 і ін.;

- порошкові вогнегасники ВВ-2, ВВ-5, ВП-2, ВП-10, порошок ПСБ;

- рятувальне пристрої: углекислотная установка з тросовим пуском типу Т-2; углекислотная установки з електричним пуском, що приводяться в дію електричними датчиками ручної дії типу ПКІЛ або автоматичними теплової, димової або світлової дії.

Організаційні заходи пожежної безпеки передбачають: організація пожежної охорони, проведення навчань, застосування наочних засобів протипожежної агітації, проведення перевірок.

Технічні заходи: суворе дотримання правил і норм, визначених чинними нормативними документами при реконструкції, переоснащенні, переобладнанні будинків, мереж, освітлень і т.д.

У разі загоряння для порятунку людей застосовуються протидимові маски з фільтрами респіраторного дії. Вогнегасники і маски повинні знаходитися в легкодоступних місцях, захищених від попадання сонячних променів, дії нагрівальних та опалювальних приладів. На вертикальні конструкції повинні бути навішені вогнегасники на висоті 1,5 м. Система вентиляції і кондиціонування відключається при спрацьовуванні автоматичних установок. Застосування вогнеперегороджуючих пристроїв і протипожежних перешкод локалізує вогнище загоряння. При плануванні та технічному оснащенні визначені шляхи евакуації з урахуванням вогнестійкості. Організовано голосове сповіщення і світлові знаки для напрямку руху по шляху евакуації. Комплекс протидимового захисту забезпечує не задимлення, зниження температури, видалення продуктів горіння на шляху евакуації під час, необхідний для виведення людей з небезпечної території.

6.5 Заходи щодо забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях

Техногенні, антропогенні, природні надзвичайні явища і терористичні акти останнім часом набули глобального характеру.

Перед керівниками підприємств і співробітниками стоїть завдання щодо забезпечення безпеки для людей і підприємства в разі надходження інформації про загрозу терористичного характеру. Керівник повинен мати чіткий план дій, правильно орієнтуватися, вірно приймати рішення в надзвичайних ситуаціях для збереження життя і здоров'я людей. Також сприятиме подальшому розслідуванню правопорушень органами правопорядку.

Керівник, з урахуванням особливості об'єкта, і правоохоронці повинні підготувати план дій і інструктаж при виникненні надзвичайної ситуації на конкретному об'єкті.

Пропонуються також запобіжні заходи:

- підвищення безпеки на прохідних і на в'їздах на територію об'єкта;
- постійний контроль території установи з підвищеною увагою до місць, де знаходяться небезпечні речовини з метою якомога швидше виявити вибухові або підозрілі предмети;
- контроль складських приміщень згідно з графіком;
- уважний і детальний підхід до підбору персоналу;
- організація спільно з правоохоронними органами докладних інструктажів та практичних занять зі співробітниками на випадок надзвичайної події.

Необхідно враховувати, що керівник несе відповідальність за життя і здоров'я працівників відповідно до законодавства.

У разі здачі резервних приміщень в оренду, необхідно до договору оренди внести пункти, згідно яких представник підприємства має право перевіряти приміщення за своїм рішенням.

При виявленні невідомих предметів на території підприємства необхідно

терміново повідомити правоохоронним органам.

Потрібно працівників відвести на безпечну відстань до прибуття слідчої групи.

При необхідності потрібно почати евакуацію людей відповідно затвердженим раніше планом.

Необхідно надати вільний доступ до знайденого невідомому предмету співробітникам правоохоронних органів, спецтехніки (машин рятувальних служб, пожежних, швидкої допомоги, експлуатаційних і ін.).

До прихода оперативно-слідчої групи слід забезпечити присутність людей, які помітили невідомий предмет.

Слід записати час, коли був знайдений сторонній предмет і не підходити до нього, не чіпати, не переміщувати.

Варто відзначити, що телефонний зв'язок є найголовнішим каналом надходження повідомлень, що можуть інформувати про невідомі предмети, захоплення людей, шантаж, вимагання та ін. На такі сигнали необхідно обов'язково реагувати. Інформація повинна бути відразу ж передана в правоохоронні органи.

Необхідно надати допомогу органам правопорядку в здійсненні оперативних заходів відповідно до раніше встановлених планів дії:

- потрібно поставити телефони в організаціях, які вказані в довідниках і оснащені визначником номера і апаратурою для запису;
- якщо такої апаратури немає всю розмову потрібно записати на папері;
- слід визначити по розмові стать, вік того, хто телефонував і можливо специфіку його мови;
- зафіксувати точний час розмови і звернути увагу фон розмови (шуми, звуки, голоси і ін.);
- якщо це можливо, то ще по ходу розмови з дзвонившим повідомити в правоохоронні органи;
- інформацію про розмову не поширювати.

На підприємстві необхідно проводити інструктажі щодо правил дій в разі

телефонних терористичних загроз. Такі загрози можуть бути і в письмовій формі і ті, що прийшли поштою анонімно. При отриманні такого листа потрібно його покласти в чистий прозорий пакет і прибрати в щільну закриту папку або ящик і бути з ним обережним і акуратним.

Необхідно:

- постаратися не залишити на ньому відбитків пальців;
- конверт слід відкривати тонкими ножицями тільки з одного боку (зліва чи справа);
- потрібно зберегти все що було в конверті і саму упаковку;
- кількість людей, ознайомлених з текстом має бути мінімальним;
- матеріали отримані анонімно не повинні бути змінені, не можна склеювати, зшивати, черкати, робити написи.

Штамп реєстрації ставитися тільки на супровідному листі від організацій або громадян, які передали анонімні матеріали.

Необхідно знати, що захоплення і утримання заручників може відбутися у будь-якому приміщенні. Можливо терористи будуть домагатися отримання викупу або здійснення своїх планів. Нерідко керівник може виступити посередником в таких обставинах.

Захоплення заручників може відбутися несподівано. Потрібно провести попереджувальні заходи:

- ввести додатковий контроль на прохідних і пунктах в'їзду на підприємство;
- організувати встановлення апаратури сигналізації, аудіо- та відеозапису;
- більш вимогливо ставиться до підбору кадрів;
- проводити практичні заняття щодо дій при надзвичайних подіях.

Необхідно дотримуватися заходів безпеки під час захоплення заручників:

- терміново повідомити в правоохоронні органи про те, що трапилося;
- за своєю ініціативою не вступати в перемови з терористами;
- забезпечити проїзд автомобілів спецслужб до місця захоплення;
- надати всю необхідну інформацію співробітникам підрозділів СБ

України;

–не наражати на небезпеку життя людей і свою, при необхідності виконати вимоги якщо не буде шкоди для життя людей;

–не допускати провокацій з використанням зброї що може привести до жертв.

Необхідно чітко дотримуватися вимог під час проведення операції зі звільнення заручників:

–лягти обличчям вниз на підлогу, голову прикрити руками не рухатися;

–заборонено бігти на зустріч співробітникам органів або від них;

– перебувати далі від вікон і пророгі дверей.

Якщо стало відомо про терористичний акт необхідно негайно повідомити в правоохоронні органи.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі описані головні характеристики, які впливають на якість обслуговування в бездротових мережах зв'язку.

Зображений принцип побудови бездротових мереж AdHоста виправданий вибір використання технології 802.15.4 «ZigBee» між МС групи та МС координатором.

Грунтуючись з аналізу проведених досліджень, здійснені сценарії переміщення МС до головного атрактору.

Підібрано відповідне програмне забезпечення. Вибрали програму Ornet, в якій була реалізована імітаційна модель переміщення МС з урахуванням принадності атракторів та визначені характеристики «затрика, відправлений трафік та отриманий трафік»

Була вивчена характеристика сучасного ринку стільникового зв'язку України, оцінена важливість мобільного зв'язку на сьогоднішній день. На прикладі графіків споживання послуг стільникового зв'язку в день масового заходу підтверджена важливість і актуальність даної роботи. Проведено розрахунки заробленої плати, преміальних виплат. Обґрунтовано вибір кількості співробітників, необхідних для обслуговування офісу, де буде проводитися моніторинг. Підраховано сума витрат на обладнання, ліцензійне ПЗ. Проведено розрахунок бальної ефективності проекту. Зроблені відповідної висновки.

Проведено дослідження потенційних небезпек, що можуть загрожувати співробітникам, які будуть обслуговувати моніторинг. Викладено правила щодо забезпечення техніки безпеки, по виробничої санітарії і гігієни праці, пожежної безпеки, яких повинні дотримуватися весь персонал офісу оператора стільникового зв'язку, що використовує моніторинг. Для цього ж офісу розрахований необхідний повітрообмін в приміщенні. Так само були розібрані по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шорин О.А. Использование интеллектуальных антенн в системах мобильной связи для снижения перегрузок [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=29292>.
2. Егоров Л.Л. Оценка эффективности использования частотного ресурса сети стандарта GSM // Доклады ТУСУРа, 2007. – № 1(15) – С. 20-24.
3. Егоров Л.Л. Методика коррекции зон обслуживания базовых станций при оптимизации сотовой структуры сетей связи / Л.Л. Егоров, В.А. Кологривов, С.В. Мелихов, // Доклады ТУСУРа, декабрь 2010. – № 2 (22), часть 2. –С. 17-21.
4. Бабин А.И. Алгоритм прогноза числа абонентов в сотовых системах связи третьего поколения /А.И.Бабин, О.А. Шорин // Фундаментальные исследования, 2007. – № 12. – С. 466-469.
5. Шорин О.А. Прогноз перегрузок с учетом подвижности абонентов в сотовых системах связи // Мобильные системы, № 1, 2005. С. 15-19.
6. Костенко В.О. Принцип самоорганизующихся сетей при контроле потока мобильных станций/В.О. Костенко, И.Н. Сметанин// Материалы VIII Международной научно-практической конференции, 21 – 23 сентября 2016 г. – Запоріжжя: ЗНТУ – 2016. – С. 186-189.
7. Комітет стандартів LAN / MAN Комп'ютерного товариства IEEE Computer Society IEEE 802.15.4 Стандарт IEEE для інформаційних технологій – Телекомунікації та обмін інформацією між системами – Локальні і міжміські мережі – Спеціальні вимоги Частина 15.4: Бездротовий контроль доступу до середовища (MAC) і Physical Layer (PHY) для бездротових персональних мереж низької швидкості (WPANs) 8 вересня 2006 р. 305-ті роки.
8. MISIC J. Бездротові персональні мережі: продуктивність, взаємозв'язок та безпека за допомогою IEEE 802.15.4, Wiley, / J.MISIC, V. MISIC, 2008. – 336 с.

9. КОТОН Я., ЧІКА П., КРІВАНЕК В., Стандартне корпоративне бездротовий зв'язок ZigBee, ACCESS SERVER [онлайн]. [cit 18. duben 2006].
10. VOJACEKA., ZigBee– новинка на полі бездротових комунікацій. Сервер HW,[Электронный ресурс] – Режим доступа:[http://hw.cz/Rozhrani/ART1299- ZigBee](http://hw.cz/Rozhrani/ART1299-ZigBee)
11. OPNET Technologies, Inc. Сайт асоціації, [cit. Грудень 2008 р.], [Электронный ресурс] – Режим доступа:<http://www.opnet.com/>
12. Жолобов А.Н. Симулятор бездротових MANET Мереж /А.Н. Жолобов, Д.Е. Прозоров // Інформаційні технології. 2012. – №3. – С.28-33.
13. Основи роботи з Cisco Packet Tracer [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://just-networks.ru>.
14. Вивчення можливостей програми NetCracker Professional для проектування мереж [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfiles.net>.
15. Вивчення телефонів: міфи і легенди, і від чого залежить потужність передавача [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://habrahabr.ru>.
16. Тариф безліміт на місяць [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.vodafone.ua
17. Методичні вказівки до виконання економічного розділу дипломних та магістерських проектів для студентів спеціальності 7.05090301, 8.05090301 «Інформаційні мережі зв'язку» всіх форм навчання. / Укладачі: Бобровникова Р.Г., Круглікова В.В. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012 – 18 с.
18. Методичні вказівки до практичної роботи «Визначення повітрообміну у виробничих та адміністративних приміщеннях» з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання / Укл. О.Л. Скуйбіда – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 18 с.
19. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» у дипломних проектах (роботах) студентів спеціальностей 7(8).05090101 «Радіотехніка», 7(8).05090301 «Інформаційні мережі зв'язку», 7(8).05080101 «Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої», 7.18010010 «Якість, стандартизація та сертифікація», 7(8).05090201

«Радіоелектронні апарати та засоби», 7(8).05090203 «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки», 7(8).17010201 «Системи технічного захисту інформації, автоматизація її обробки», 7(8).17010101 «Безпека інформаційних і комунікаційних систем» усіх форм навчання / Укл.: О.В. Коробко, А.Є. Островська – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. –22 с.