

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра математичного моделювання економічних систем

«На правах рукопису»
УДК 338.984

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
_____ Володимир КАПУСТЯН
«___» _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Економічна кібернетика»

зі спеціальності 051 «Економіка»

**на тему: «Моделювання стратегії постачальників сервісних
телекомунікаційних послуг в умовах кризи»**

Виконав:

студент VI курсу, групи УК-91мп
Мельник Олександр Олександрович _____

Керівник:

доц., к.ф.-м.н. доц.,
Пишнограєв Іван Олександрович _____

Рецензент:

доц., к.е.н., доц.,
Черненко Наталя Олександрівна _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.
Студент _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет менеджменту та маркетингу
Кафедра математичного моделювання економічних систем

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 051 «Економіка»

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Володимир КАПУСТЯН

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Мельнику Олександру Олександровичу

1. Тема дисертації: «Моделювання стратегії постачальників сервісних телекомунікаційних послуг в умовах кризи»,
науковий керівник дисертації Пишнограєв Іван Олександрович,
доц., к.ф.-м.н., затверджені наказом по університету від «02» листопада
2020 р. №3179-с
2. Термін подання студентом дисертації 15.12.2020
3. Об'єктом дослідження виступає економічний ефект побудови оптичної мережі постачальника телекомунікаційних послуг. Предметом дослідження є теоретико-методологічні положення, можливості математичного моделювання, розрахунок моделі за допомогою теорії графів.
- 4.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: 1) аналіз та оцінка наявних методів моделювання оптичних мереж; 2) формалізація процесу побудови оптичної мережі. Виявити екзогенні фактори, які впливають на цей процес; 3) розробка моделі, яка б розкривала тонкощі при прорахунках та відображала максимально правдиву картину щодо поведінки споживачів за посередника; 4) тестування та застосування моделі.
6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу – презентація роботи

7. Перелік публікацій:

- 1) Melnyk O.O., Pyshnograiev I.O. Developing a strategy for developing an internet ispad in a modern environment. / O.O. Melnyk, I.O. Pyshnograiev // Збірник наукових праць молодих вчених факультету менеджменту і маркетингу КПП імені Ігоря Сікорського «Актуальні проблеми економіки та управління». – 2020. – №14;
- 2) Melnyk O.O. The problem of attracting subscribers to modern service providers / Melnyk O.O. // міжнародний мультидисциплінарний науковий онлайн-журнал LOGOS. Онлайн – 2020 – №16;

8. Дата видачі завдання – 02.11.2020

Календарний план

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені згідно з завданням	Терміни виконання	Позначки керівника про виконання
1	Збір літератури за темою	02.11.20-10.11.20	
2	Вивчення теоретичних засад по темі	11.11.20-18.11.20	
3	Збір вхідної інформації	19.11.20-21.11.20	
4	Аналіз процесу побудови оптичної мережі	22.11.20-25.11.20	
5	Дослідження способів моделювання мереж	25.11.20-29.11.20	
6	Складання власної моделі	29.11.20-05.12.20	
7	Оформлення теоретичної частини	05.12.20-10.12.20	
8	Оформлення практичної частини	10.12.20-15.12.20	

Студент _____ Олександр МЕЛЬНИК.
(підпис)

Керівник роботи _____ Іван ПИШНОГРАЄВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

У даній дисертації проводиться дослідження та моделювання технологій побудови оптичних мереж в умовах поступового нарощування покриття. Також досліджується ефект акційності. Здійснюється моделювання майбутніх доходів, розходів, ураховуються динамічні коефіцієнти. Застосовуються методи пошуку вшир, алгоритм Дейкстри та випадкові критерії для максимального наближення до реальних умов. Вплив акцій досліджується за допомогою аналізу статистичних даних. Всі дані були отримані з підприємства ПП «Візит-Сервіс» та зібрані у процесі написання роботи. Висвітлюється важливість даної проблеми через призму економії робочої сили як під час планування, так і під час будівництва мереж. Оптимізація витрат матеріалів, та збільшення прибутку.

Загальний обсяг роботи: 96 сторінки

Кількість ілюстрацій: 27

Кількість таблиць: 10

Список джерел посилання містить позиції: 43

Перелік ключових слів: економічні посередники, телекомунікаційна сфера, моделювання за допомогою теорії графів.

Мета роботи: використання математичного моделювання та прорахунок моделі за допомогою теорії графів для поліпшення якості економічної діяльності.

Отримані результати роботи рекомендовані до подальшого застосування.

ABSTRACT

In this dissertation researches and modeling of technologies of construction of optical networks in the conditions of gradual increase of a covering are carried out. The effect of action is also investigated. Modeling of future incomes, developments, studying of dynamic coefficients is carried out. We use wide search methods, action algorithm and random criteria to get as close as possible to real conditions. The impact of stocks is investigated through the analysis of statistical data. All data were obtained from the enterprise PE "Visit-Service" and selected in the process of writing the work. The importance of this problem is highlighted through the prism of the labor economy both during planning and during the construction of networks. Optimization of material consumption and increase of profit.

Total volume of work: 96 pages

Number of illustrations: 27

Number of tables: 10

The list of link sources contains items: 43

List of keywords: economic visitors, telecommunications, modeling using graph theories.

Purpose: to use mathematical modeling and model forecasting using graph theories to improve the quality of economic activity.

The obtained results are recommended for further use.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
1.1 Визначення економічних посередників у телекомунікаційній сфері в Україні	9
1.2 Технологічні аспекти побудови мережі.....	10
1.3 Економічні аспекти побудови мережі.....	15
1.4 Математичні аспекти побудови моделі	17
1.5 Соціологічні аспекти побудови моделі.....	21
2. ПРОЦЕС ДОСЛІДЖЕННЯ	27
2.1 Вибір об'єкту	27
2.2 Дослідження ринку	33
2.3 Розробка коефіцієнту ваги	38
2.4 Перевірка та тестування коефіцієнту	46
3. ПОБУДОВА МОДЕЛІ	52
3.1 Розробка моделі.....	52
ВИСНОВКИ.....	75
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	76
ДОДАТОК А КОД ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	80
ДОДАТОК Б МАТРИЦЯ ВАГІВ ГРАФУ	89

ВСТУП

Телекомунікаційна мережа є одною з найважливіших умов підвищення якості життя населення. Щодня покриття оптичними мережами зростає, і все більше діджиталізації зазнають домогосподарств та державних установ. Послуги провайдерів інтернету та телебачення прирівнюються населенням до електро-, водо-, енергопостачання. Однак, за даними 2020-го року, лише 60% населення використовують інтернет, або приблизно 25.5 млн користувачів. Приріст за 4 роки склав близько 4 мільйонів нових користувачів. Щодня мережу використовують 75% користувачів.

Однак, покриття мережі нерівномірне і залежить від досить багатьох факторів, як екзогенних, так і від ендегенних. Починаючи погодою і продовжуючи конфліктами з ОСББ, які не дозволяють заходити мережею в будинок. Варто відмітити, що в місцях великої щільності користувачів все рівно з'являються нові гравці на ринку, які бажають заволодіти своєю долею користувачів. І трапляється, що в межах одного міста маємо 5-10 конкурентів. То ж до розбудови власної мережі необхідно віднестись зважено та відповідально.

Раніше, коли інтернет тільки-тільки розвивався, більшість населених пунктів забудовувалося по принципу "якщо нас там немає – необхідно будувати". Тогочас ніхто не розраховував прибутки за перший рік, витрати на будівництво, рух ринку, тоді найважливішим явищем була абонентська база. Чим вона більша – тим ти сильніший.

Проте, ми будемо прораховувати будівництво мережі у 2020 році, коли нам прийдеться розвиватися поряд з 5-10 конкурентами, а також провайдери вийшли на один рівень якості надання послуг. То ж конкуренція, в основному, відбувається за рахунок маркетингу, якості обслуговування та обширність послуг постачальника.

Будь-яке будівництво повинне починатися з дослідження ринку, оцінку потенціалу впливу відділу маркетингу та прямих продажів. На основі цього складається коефіцієнт ймовірності підписки на нашу послугу. Наступним кроком буде складання карти-графу, точки якого будуть виступати в ролі будинків, а ваги на ребрах – складений коефіцієнт з кількості ймовірних абонентів цього будинку та розрахованої вартості кабелю та обладнання щоб підключити цей будинок. Все це буде проведено на основі реальних даних ПП "Візит-Сервіс", що знаходиться в місті Кременчук.

Об'єктом дослідження виступає економічний ефект побудови оптичної мережі постачальника телекомунікаційних послуг.

Предметом дослідження є теоретико-методологічні положення, можливості математичного моделювання, розрахунок моделі за допомогою теорії графів.

Методи дослідження. Можна відмітити, що за основу були взяті реально існуючі показники та дані з підприємство ПП "Візит-Сервіс", що є постальником послуг інтернету та телебачення у місті Кременчук.

1) Опитування. В якості дослідження потенціалу району, були використанні опитання людей методом поквартирного обходу для виявленні існуючого розподілу ринку між конкурентами. Це дозволяє визначити вірогідність підключення до наших послуг нових абонентів.

2) Прорахунок коефіцієнту цінності підключення того чи іншого будинку до нашої мережі. В основі нього будуть реальні вартості необхідного обладнання та кабелів.

3) Використання прикладної математики – теорія графів для формалізації задачі, для зручності її відображення та розуміння результатів, а також для постановки моделі.

4) Використання програмування. Розробка програмного забезпечення на Python задля вирішення задачі.

1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Визначення економічних посередників у телекомунікаційній сфері в Україні

Під визначенням економічних посередників розуміються економічні суб'єкти, тобто провайдери та оператори телекомунікаційних послуг.

Згідно з Законом України «Про телекомунікації» ст.1 [8]:

На ринку представлені суб'єкти та об'єкти. Суб'єкти – це економічні одиниці, які представлені операторами або провайдерами телекомунікацій, також до них входять і споживачі, постачальники засобів.

Споживачем телекомунікаційних послуг є абонент. Він же отримує послуги на основі договору, в якому передбачено що він буде отримувати послуги через своє кінцеве обладнання, яке повинне бути у його власності.

Абонент повинен сплачувати послуги, які він отримує, це називається абонентською платою. Це фіксований платіж, який оператор телекомунікацій встановлює обсягом і інтервалом на власний розсуд. Це може бути щомісячний, а може бути щоденний платіж, який стягується незалежно від факту споживання послуг, оскільки сплачується доступ.

Оператор телекомунікацій – суб'єкт господарювання, який займається тим, що надає телекомунікаційні послуги, такі як телебачення, має діяти на підставі ліцензії, яку видає Національна рада України з питань телебачення і радіомовлення. Також оператор може будувати, обслуговувати телекомунікаційні мережі.

Національна рада України з питань телебачення і радіомовлення – це орган, що діє на підставі Конституції України, орган є колегіальним.

Провайдер телекомунікацій – суб’єкт господарювання, який може діяти у сфері телекомунікацій, проте не може обслуговувати мережі та надавати в користування канали електрозв’язку.

Для операторів та провайдерів в ролі грошових потоків виступає абонентська плата, яку сплачують абоненти за користування послугами. То ж прибуток – величина, яка дорівнює зібраній абонентській платі за звітний період. Однак, оператори то провайдери майже завжди виступають в ролі посередників, тому що їм необхідно купляти доступ до інтернету у провайдерів вищого рівня, або контент (право на ретрансляцію телеканалів) у правовласників – у випадку з операторами кабельного телебачення.

1.2 Технологічні аспекти побудови мережі

Для побудови мережі ПП «Візит-Сервіс» використовує виключно пасивну технологію в побудові власних мереж. Загальна назва – PON. Розшифровується як Passive Optical Network – тобто пасивна оптична мережа. Така технологія дозволяє створювати пасивні мережі без активних компонентів. Це значить, що мережа є енергонезалежною окрім як обладнання на стороні абонента та на стороні провайдеру.

То ж у нашому дослідженні ми будемо використовувати таку саму типологію побудови.

Мережі, побудовані на основі технології PON, досить добре підходять для побудови як з низькою щільністю населення, так і для забудови жилих масивів з високою щільністю населення, за рахунок гнучкого масштабування та ущільнення каналів передачі. Технологію PON вигідно використовувати як на малих, так і на великих відстанях.

Прийом та передача даних здійснюється по одному провіднику, в нашому випадку це – оптичне волокно. Передача здійснюється на радіохвилях надвисокої частоти (сотні терагерц), коли вони переходять у світловий спектр.

Оптичне волокно - це гнучке, прозоре волокно, виготовлене шляхом витягування скла з діоксиду кремнію або пластику діаметром трохи більше, ніж у людського волосся. Оптичні волокна використовуються найчастіше як засіб для передачі світлових хвиль між двома кінцями волокна і знаходять широке застосування у волоконно-оптичних комунікаціях, де вони дозволяють передачу на більші відстані та при більшій пропускну здатності (швидкість передачі даних), ніж класичні електричні кабелі. Волокна використовуються замість металевих провідників, оскільки сигнали рухаються вздовж них з меншими втратами, крім того, волокна несприйнятливі до електромагнітних перешкод - проблеми, від якої страждають металеві дроти. Оптичні волокна також використовуються для освітлення та візуалізації, і їх часто обмотують пучками, щоб вони могли використовуватися для перенесення світла або зображень з обмежених просторів. Спеціально розроблені волокна також використовуються для ряду інших застосувань, деякі з них - волоконно-оптичні датчики та волоконні лазери.

Оптичні волокна зазвичай включають серцевину, оточену прозорим облицювальним матеріалом з нижчим показником заломлення. Світло утримується в ядрі завдяки явищу повного внутрішнього відбиття, яке змушує волокно діяти як хвилевід. Волокна, які підтримують багато шляхів розповсюдження або поперечні режими, називаються багатомодовими волокнами, тоді як ті, що підтримують один режим, називаються одномодовими волокнами. Багаторежимні волокна, як правило, мають ширший діаметр сердечника та використовуються для зв'язку на короткі відстані та для застосувань, де повинна передаватися велика потужність. Одномодові волокна використовуються для більшості ліній зв'язку довжиною більше одного кілометра. Можливість приєднання оптичних волокон з

низькими втратами є важливим у волоконно-оптичному зв'язку. Це є більш складним, ніж з'єднання електричного дроту або кабелю, і передбачає ретельне відщеплення волокон, точне вирівнювання волоконних сердечників та з'єднання цих вирівняних жил. Для застосувань, які вимагають постійного з'єднання, є зварювання. У цій техніці електрична дуга використовується для розплавлення кінців волокон між собою. Інший поширений прийом - механічне з'єднання, коли кінці волокон утримуються в контакті механічною силою. Тимчасові або напівпостійні з'єднання здійснюються за допомогою спеціалізованих волоконно-оптичних з'єднувачів.

Галузь прикладних наук та техніки, що займається розробкою та застосуванням оптичних волокон, відома як волоконна оптика.

В нашому випадку передача відбувається на довжині хвиль 1490нм, а прийом – 1310нм, то ж використовується більш дешевше одномодове волокно (одномодове волокно зволяє передавати дані на довжинах хвиль від 1260 до 1650нм). Інформація передається одночасно для всіх користувачів і розподіляється за допомогою технології часовим розподілом сигналу – TDD. На даній ділянці приймають участь оптичний лінійний термінал (OLT, Optical Line Terminal) та оптичні мережеві блоки (ONU, Optical Line Terminal) – сторона абонента.

Тож при побудові мережі на даній технології ми реалізуємо наступні переваги:

1. Економія оптичних кабель та волокон у них.
2. Досить значна економія обладнання у ядрі мережі – оптичних випромінювачів.
3. Відсутня необхідність постачання електроенергії для мережевих елементів (крім кінцевих).
4. Незначні витрати на обслуговування.
5. Проста можливість розширення мережі для підключення абонентів.

6. Подальше перспективне збільшення швидкості передачі даних (до 10 Гбіт/с та вище) без заміни пасивних компонентів мережі – кабелів, розгалужувачів та інших.

Проте, існує дві технології PON, нам необхідно розглянути їх переваги. Звернувшись до стандарту IEEE 802.3ah-2004 [13], розглянемо технологію GPON. Розшифровується як Gigabit Ethernet Passive Optical Network. Це одна з технологій, що використовується у пасивних оптичних мережах. Вона дозволяє здійснювати прийом та передачу зі швидкістю до 1.25 Гбіт/с в обох напрямках. Максимально допустимий коефіцієнт ділення – 64. Як зазначено у статті [15], дана технологія працює на наступній довжині хвиль: 1490нм для передачі інформації, і 1310нм для її прийому. Також є опція домішування сигналу кабельного телебачення, що працює на довжині хвилі 1550нм. GPON формується шляхом «додавання» заголовка в ETHERNET кадр інформації, що містить в собі дані про ONU, її мак адресу і способі коригування помилок.

В свою чергу у ITU-T G.984 [14] описано стандарт GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network) — один з широко із стандартів PON, який забезпечує передачу даних зі швидкістю на прийом 2,488 Гб / с, і передачу – 1,244 Гб/с, з коефіцієнтом ділення до 1:128. Як зазначено у статті [15], дана технологія також працює на довжинах хвиль 1490нм і 1310нм, і також має можливість домішування сигналу кабельного телебачення на довжині хвилі, 1550 нм також зарезервована для кабельного ТБ. Особливістю в технології GPON є протокол GFP, що розшифровується як GenericFramingProtocol – тобто GPON є технологією більш високого рівня, оскільки дані не просто передаються по оптичним каналам зв'язку, а й інкапсулюються в пропрієтарний протокол. Крім цього, для розподілу інтервалів даних класично використовується TDD.

TDD використовує одну смугу частот як для передачі, так і для прийому. Оскільки він ділиться цією смугою, призначаючи чергуються часові інтервали для передачі та прийому операцій. Інформація, що передається - будь то голосові, відео- чи комп'ютерні дані - має послідовний двійковий формат.

Кожен часовий інтервал може мати довжину 1 байт або може бути кадром із декількох байтів. TDD чергує передачу та прийом даних станції з часом. Часові відрізки можуть змінюватися по довжині. Через високошвидкісний характер даних сторони, що спілкуються, не можуть сказати, що передача відбувається з перебоями. Передачі відбуваються одночасно, але не в один момент.

У деяких системах TDD змінні часові інтервали мають однакову тривалість або мають однаковий час DL (завантаження) і UL (вивантаження). Однак система не повинна бути 50/50 симетричною. Система може бути асиметричною, якщо це потрібно.

Наприклад, при доступі до Інтернету час завантаження зазвичай набагато довший, ніж час віддачі, тому за необхідності призначається більше або менше часових інтервалів кадру. Деякі формати TDD пропонують динамічний розподіл смуги пропускання, де номери або тривалість часових інтервалів змінюються на льоту, як потрібно.

Справжньою перевагою TDD є те, що йому потрібен лише один канал частотного спектру. Крім того, не потрібні марнотратні захисні смуги або розділення каналів. Недоліком є те, що для успішної реалізації TDD потрібна дуже точна система синхронізації та синхронізації як передавача, так і приймача, щоб переконатися, що часові інтервали не перекриваються або не впливають іншим чином.

Саме так 64 або 128 юзерів по чергові відправляють дані до OLT. То ж, для нашого проекту ми обираємо технологію побудови мережі – GPON. Саме ця технологія може дати необхідну гнучкість і бути достатньо високопотенціальною для подальшої можливої трансформації мережі.

1.3 Економічні аспекти побудови мережі

Нашою затратною частиною виступають матеріали, які ми використовуємо при будівництві та обладнанні будинків.

Таблиця 1.1 — Перелік матеріалів, які використовуються для повного обладнання багатоповерхівки для надання послуг доступу до інтернету та кабельного телебачення

Назва	Вартість, грн, або грн/м
UTP «вита пара»	4
Коаксіальний кабель RG-11	11,3
Коаксіальний кабель RG-6	5,2
ONU Picotel (або інші з 4x1000Mb)	1100
Prevail WR1001J	2350
Роз'єм F6	3,65
Роз'єм F11	11,53
Бокс Crosver великий	246
Бокс Crosver маленький	363
Розхідні матеріали (швидкий монтаж)	1000

Пропоную розглянути чим обумовлений саме цей вибір матеріалів.

Вита пара UTP. Виту пару можна використовувати як збалансовану лінію. Вона може значно зменшити дію шумових струмів, індукованих на лінії шляхом зчеплення електричних або магнітних полів. Суть полягає в тому, що струми, індуковані в кожному з двох проводів, майже рівні. Скручування гарантує, що два дроти знаходяться в середньому на однаковій відстані від джерела, то ж виходить, що вони впливають один на одного однаково.

На відміну від екранованої або фольгованої витої пари (зазвичай екранування кабелю позначається як S / FTP або F / UTP), UTP (неекранована вита пара) не оточений жодним екрануванням. UTP - основний тип дроту для використання телефону і дуже поширений для комп'ютерних мереж. Оскільки частина мідного тракту в нашому випадку надмала (до 60 метрів), то

найвигіднішим варіантом є використання UTP кабелю, оскільки він дешевший за FTP.

ONU саме цієї фірми була обрана тому що ціна від партнерів на нею була найнижча, а саме обладнання відповідає високому показнику ціна/якість.

Інші комплектуючі також обрані за рахунок оптимальної ціни від постачальника.

Оптичний приймач кабельного телебачення Prevail WR1001J. Оптичні підсилювачі-приймачі займаються тим, що перетворюють оптичний сигнал на радіосигнали, та підсилюють їх. Ці приймачі підсилюють сигнал до 113 дБмкВ, що дозволяє ділити сигнал для 108 квартир одночасно так, що у кожного абонента «біля телевізору» буде 60дБмкВ. Це є оптимальним рівнем сигналу щоб абонент отримував максимальну якість зображення.

Ціль роботи – прорахувати витрату матеріалів (табл 1.1), і звести їх до мінімуму. Модель дозволяє оптимізувати витрату кабелів, телевізійних підсилювачів, та абонентських терміналів. У моделі закладена обробка багатьох тонкощів, в залежності від типу будинку, а саме: кількість поверхів у будинку, кількість під'їздів будинку та потенційна кількість абонентів. Виходячи з цих критеріїв ми одержуємо максимально наближені до точних підрахунки необхідних матеріалів, одержуємо точку кількості та спосіб монтажу ящиків, та іншого устаткування. Це є вкрай важливою оптимізацією, адже чим оптимальніші витрати «на старті» — тим більша можливість надавати більш дешевші послуги, а це значить, що компанія може бути більш конкуренто-спроможними.

1.4 Математичні аспекти побудови моделі

В даній роботі використовується теорія графів та теорія вірогідності.

За допомогою теорії графів ми відображаємо нашу модель у зручному вигляді, а за допомогою теорії вірогідності ми робимо її більш наближеною до реалій побудови мережі.

У математиці, а точніше в теорії графів, графік - це структура, що становить сукупність об'єктів, у яких деякі пари об'єктів у певному сенсі «пов'язані». Об'єкти відповідають математичним абстракціям, які називаються вершинами (їх також називають вузлами або точками), а кожна з пов'язаних пар вершин називається ребром (також званий посиленням або лінією). Як правило, графік зображується у схематичній формі як набір точок або кіл для вершин, об'єднаних лініями або кривими для ребер. Графіки - один з об'єктів вивчення дискретної математики.

Краї можуть бути спрямовані або не спрямовані. Наприклад, якщо вершини представляють людей на вечірці, і між двома людьми існує перетин, якщо вони потискають один одному руки, то цей графік є ненаправленим, оскільки будь-яка людина А може потиснути руку людині В, лише якщо В також потискує руку А. На відміну від цього, якщо будь-яке ребро від особи А до людини Б відповідає А, заборгувало гроші В, то цей графік спрямований, оскільки заборгованість за гроші не обов'язково повертається. Перший тип графіка називається ненаправленим графіком, тоді як другий тип графа називається спрямованим.

Графом – це множина вершин V , між якими є визначений зв'язок множиною ребер X . Кожну з пар $x = \{u, v\}$ цих вершин в X називають ребром графа G і зазначають, що x з'єднує u і v .

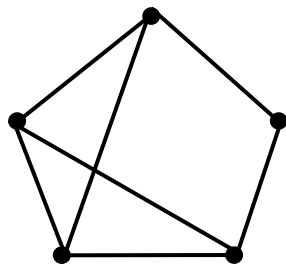
У графі допускається, що зв'язки між точками можуть бути напрямленими. Як приклад можна привести односторонній рух на дорогах,

радіохвилі розповсюджується від трансміттеру, ієрархія. Для того щоб позначити напрямок зв'язку між вершинами використовують стрілки.

Орієнтований граф $G=(V, X)$, повинен складатися з множини V вершин і заданого набору X і парновпорядкованих вершин. Елементи з X називаються орієнтованими ребрами, а елементи які входять в множину V – вузлами. У орієнтованому графі не може бути петель або кратних дуг. Також прийнято, що множина V може бути нескінченною. В нашому дослідженні достатньо використовувати скінченні орієнтовані графі, при тому сам термін орієнтований граф завжди буде відноситися до скінченних графів.

Неорієнтований граф визначається через суміжності. Інформацію про граф зручно представляти у матричному вигляді.

Матриця суміжностей $A = \|a_{ij}\|$ являє собою матрицю, в якій $a_{ij} = 1$, якщо вершина v_i суміжна v_j , і $a_{ij} = 0$ в іншому випадку. Отже, відповідність можна представити наступним чином (рис. 1.1).



$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Рисунок 1.1 – Ілюстрація відповідності матриці суміжностей до графа
Вершинам графа відповідають рядки та стовпці матриці, а її (ij) -елементи рівняються числу кратних ребер, які з'єднують вершини v_i і v_j .

У неорієнтованого графа матриці суміжності графа завжди симетричні, а орієнтованого графа – у завжди випадку несиметричні. Ребрам, у яких не визначене чітко напрямлення відповідають пари елементів, симетричних до головної діагоналі матриці, в свою чергу дугам - ненульові елементи матриці, а ненульові елементи головної діагоналі – петлям.

Після того, як ми визначили графи як цілісні об'єкти, необхідно дати визначення різним складовим елементам графів. Нехай дано граф $G=(V,X)$. Його підграфом називається граф, у якого всі вершини і ребра належать графу G .

Далі нам необхідно ознайомитися з методами обходу графу. Перший метод з яким ми ознайомимосся – це метод пошуку. Нехай маємо простий зв'язний граф, у якого усі вершини позначено різними символами. Всім вершинам надають номери у процесі пошуку вглиб. У процесі виконання алгоритму використовується структура даних для того щоб зберігати множини, ця структура має назву – черга. З неї можна вилучити лише той елемент, який додавався до неї першим, тобто за принципом «першим прийшов – першим вийшов» (FIFO). Тобто елемент включається у хвіст черги, а може виключатися лише з її голови.

Приведемо приклад алгоритму пошуку вшир. Алгоритм починає обхід графу з вершини s , додаючи у чергу Q нові вершини. Прохід закінчується, коли черга Q стає порожньою.

1. позначення вершини s як пройденої та надати їй номер $BFS[s] \leftarrow 1$
2. занести в чергу Q вершину s : $Q \leftarrow [s]$
3. $k \leftarrow 1$
4. поки $Q \neq \emptyset$
5. $v \leftarrow$ найперша вершина в черзі Q
6. для кожної дуги (v, u) в G :
7. якщо вершину u ще не обійшли (тобто номер $BFS[u]$ не визначений)
8. $k \leftarrow k + 1$
9. позначимо u як вершину, яку відвідали та надати їй номер $BFS[u] \leftarrow k$
10. додати u в кінець черги Q

Для того щоб результат роботи алгоритму був однозначно вірним, вершини, що суміжні з вершиною v , необхідно проаналізувати за зростанням

їх порядкових номерів. Процес роботи алгоритму зручно відображати у табличному вигляді з трьома стовпцями: вершина, BFS-номер, уміст черги. Ця таблиця називається протоколом обходу графу пошуком вшир.

Суть задачі про найкоротший шлях полягає в тому щоб знайти найкоротший шлях від однієї точки на іншому, що лежать на просторі графу.

Найефективнішим алгоритмом визначення довжини найкоротшого шляху є алгоритм Дейкстри, який запропонований датським математиком у 1959 році – Е.Дейкстра. Однак, цей алгоритм можна застосовувати лише тоді і тільки тоді, коли вага кожної дуги є додатньою.

Позначимо $G = (V, E)$ – як зважений орієнтований граф, а $w(v_i, v_j)$ – буде виступати у ролі ваги ребра (v_i, v_j) . Починаючи з вершини a , необхідно знайти відстань від a до кожної із суміжних до нього вершин. Обираємо вершину, відстань від якої до вершини a буде найменшою. Для прикладу нехай це буде вершина v^* . Наступним кроком знаходимо відстані від вершини a до кожної вершини суміжної з v^* вздовж всього шляху, який буде проходити через саму вершину v^* . Тож, якщо для будь-якої із таких вершин ця віддаленість менша від поточної, то її необхідно замінити нею поточну відстань. Далі знову обираємо вершину, яка найближча до a та яку не обирали раніше і повторюємо процес.

Ми описали процес, який зручно виконується за допомогою присвоєння вершинам міток. Бувають мітки двох типів – це тимчасові та постійні. У множину M потрапляють вершини з постійними мітками і вона називається множиною позначених вершин. Всі інші вершини мають тимчасові мітки, і така множина позначається як T , $T = V \setminus M$. Далі будемо позначати будь-яку мітку вершини v як $l(v)$. Значення постійної мітки $l(v)$ буде дорівнювати довжині найкоротшого шляху від вершини a до вершини v , коли ж тимчасової – довжині найкоротшого шляху.

Фіксованою початковою вершиною буде вважатися вершину a ; а довжиною найкоротшого шляху буде шукана довжина до вершини z . Тепер розглянемо алгоритм Дейкстри.

Алгоритм Дейкстри:

1. Необхідно присвоїти початкові значення. Після чого виконати $l(a) = 0$ та будемо вважати цю мітку постійною. Здійснити $l(v) = \infty$ для всіх $v \neq a$ і будемо вважати ці мітки тимчасовими. Зробити присвоєння $x = a$, $M = \{a\}$.
2. Наступним кроком є оновлення міток. Необхідно для кожної вершини $v \in \Gamma(x) \setminus M$ замінити мітки на наступні: $l(v) = \min\{l(v), l(x) + w(x, v)\}$, можна пояснити як оновлення тимчасових міток вершин, до яких з вершини x іде дуга.
3. Наступним кроком ми перетворюємо мітку в постійну. Здійснюємо пошук серед усіх вершин із тимчасовими мітками і знаходимо вершину з мінімальною міткою. Що рівняється знайти вершину v^* з умови $l(v^*) = \min\{l(v)\}$, $v \in T$, де $T = V \setminus M$.
4. Будемо вважати мітку вершини v^* постійною й виконаємо $M = M \cup \{v^*\}$; $x = v^*$ (де вершину v^* включається до множини M).
5. а) Щоб знайти шлях від a до z : якщо $x = z$, то $l(z)$ – буде виступати довжиною найкоротшого шляху від a до z , після чого необхідно зупинитись. І якщо $a \neq z$, то можна перейти до кроку 2.
 б) Для того щоб здійснити пошук шляхів від a до всіх вершин графа: необхідно щоб всі вершини отримали постійні мітки (які включені в множини M), в цьому випадку ці мітки дорівнюють довжинам найкоротших шляхів. Далі необхідно зупинитись. І якщо деякі вершини мають тимчасові мітки, то повертаємося до кроку 2.

1.5 Соціологічні аспекти побудови моделі

В нашій роботі будуть досліджуватися прояви «акційної» пропозиції, тому ми проводили деякі опитування, результати яких наступні:

Наші дані показують, що принаймні 50% ваших потенційних клієнтів не потребують того, що ви продаєте. 71,4% респондентів сказали, що близько 50% або менше їхніх контактів з подібними компаніями виявляються вдалими. Це не означає, що це налаштовані потенційні клієнти, які в у висновку не обирають наші послуги. Це скоріше означає, що більшість наших потенційних клієнтів ніколи не будуть налаштовані для покупки у нас, оскільки вони просто погано підходять під наші послуги з самого початку. Це дуже потужне розуміння, після якого ми змінили підхід до пошуку потенційних споживачів нашої послуги. Ця інформація в якомусь сенсі звільняє нас від деяких переживань, тому що це означає, що нам не потрібно намагатися «продатись» кожній людині, яка є нашим потенційним клієнтом.

Новий підхід закладається в тому, що не потрібно продати щось кожній людині, яку ми тільки зустрінемо. Тому, як тільки ми бачимо, що потенційний наш абонент – зовсім не наш потенційний абонент, то необхідно рухатися далі.

Крім того, ми провели деякі дослідження і серед наших агентів. Статистика показала, що 66,7% агентів зробили за рік 250 або менше продажів. Це вражаюче низька кількість для більшості видів продажів, і це означає, що більшість агентів не контактують з дійсно правильними клієнтами, а отже тратять свій час на людей, які завідомо нам не підходять, тому не можуть виконувати свої плани повноцінно. З іншого боку медалі, наше дослідження показало, що лише 15% агентів за останній рік досягли понад 1000 заявок.

Отже, більшість агентів не досягають такої кількості перспектив, тоді як невелика група продавців тягнеться до успіху.

Також ми провели дослідження серед і самих агентів, за якими 77,3% респондентів сказали, що їхніми зусиллями були забезпечені послугами більше чверті їх потенційних клієнтів. Це одна з найцікавіших статистичних даних про продажі організацій, що вийшло з опитування. Оскільки в цілому, агенти схильні перебільшувати свої здібності. Ця інформація дає нам глибоке

розуміння того, що зараз відбувається на ринку, де ми працюємо. І підійти можна до цієї інформації по-різному. Або ми є компанією, яка забезпечує притоку більше ніж три четверті потенційних клієнтів, або ми компанія, яка може забезпечити послугами лише четверть клієнтів.

Висновками наступного нашого дослідження є те, що продажі стають жорсткішими, ніж раніше. 61% продавців вважають, що продавати важче або набагато важче, ніж всього п'ять років тому. Ця статистика продажів показує, що більшості продавців сьогодні важче продати, ніж п'ять років тому. (До речі, економіка покращилася лише за останні п'ять років, тож це означає, що крім економіки існують інші фактори, що значно ускладнюють продажі).

54% агентів вважають, що сьогодні набагато важче вийти на дійсно потенційного клієнта, ніж це було 5 років тому. З усього опитування це одна із статистичних даних про продажі, яка вражає, тому що агенти постійно скаржаться на те, як важко опинитися перед потенційними клієнтами в наші дні. Вони кажуть, що потенційні клієнти більше не відповідають на їхні телефони та не відповідають на електронні листи. Проте, варто зазначити, що таких агентів 54%. Тобто можна зробити висновок, що їх підходи застарілі та не відповідають сучасності. Так, можливо, потенційні клієнти менше відповідають на свої телефони, а можливо, вони менш схильні відповідати на електронні листи. Але сьогодні існує набагато більше інструментів, які допомагають нам одночасно вийти на нового клієнта. З'явитися перед потенційними клієнтами сьогодні не обов'язково набагато складніше. Можливо, це трохи складніше, а значить, ми повинні бути трохи гострішими. Нам потрібно використовувати всі найсучасніші інструменти, і нам потрібно переконатися, що ми все ще маємо стільки ж перспектив, скільки нам потрібно мати перед собою, для досягнення наших цілей продажів.

Наступне наше дослідження виявилось не менш цікавим, оскільки його результатами є те, що телефон і надалі є нашим найкращим інструментом продажу. 41,2% респондентів сказали, що телефон є найефективнішим

інструментом продажів, що знаходиться в їх розпорядженні. Це одні з найдивовижніших статистичних даних про продажі, яка вийшла з нашого дослідження, оскільки в 2020 році основну ставку роблять на SEO. Очікувалося, що люди скажуть, що електронна пошта краще, або соц.мережі, або якась інша платформа. Однак, телефон все ще справді працює.

Навіть маючи в своєму розпорядженні стільки інструментів, нам все одно потрібно використовувати телефон як спосіб вийти на перспективного клієнта, зв'язатися з потенційними клієнтами та продати потенційним клієнтам. Це настільки важливе нагадування, що у світі, де домінують розмови про соціальні мережі та електронну пошту та автоматизацію маркетингу, телефон справді працює. А отже, необхідно не забувати про це.

Важливим дослідженням виявилось також і те, що більшість агентів не люблять свою роботу. Лише 17,6% респондентів оцінюють своє задоволення від роботи як високе, тоді як 47,1% оцінюють своє задоволення від роботи як просто середнє. Проте є багато речей, якими ми можемо керувати, щоб переконатися, що ми отримуємо вищий рівень задоволеності роботою, і необхідно дотримуватися цього. З одного боку буде агентом – це свобода дій, а з іншого – для того щоб це приносило успіх, необхідно дотримуватися інструкцій, а коли буде успіх – буде і задоволення.

Наступне наше дослідження показало, що культура компанії та ефективність управління мають найбільше значення для агентів. Статистика продажів говорить нам, що менеджери та торгові організації повинні зосередитись на тому, щоб мати високу культуру компанії та ефективність управління. Так часто ми витрачаємо багато часу, зосереджуючись на структурах бонусів та виплат агентам, проте це не обов'язково настільки важливо. Звичайно, вони мають значення, і ваші агенти скажуть вам, що структури виплат та бонусів мають значення. Але зрештою, дані показують, що важливішою є ефективність управління та культура компанії. Якщо наша

організація буде однією з тих, де їх немає, то, можливо, ми отримаємо досить високий потік кадрів.

Агенти в процесі продажу можуть представляти будь-яку з двох сторін у процесі продажу; наприклад:

Спеціалісти з інтернет-продажів: Ці люди в першу чергу відповідають за забезпечення негайної реакції на потенційні клієнти, створені за допомогою соціальних мереж, веб-сайтів або електронних кампаній.

Менеджери з продажу мають на меті впровадити різні стратегії збуту та методи управління з метою сприяння підвищенню прибутку та збільшенню обсягу продажів. Вони також відповідають за координацію відділу продажів та маркетингу, а також за нагляд за чесним та чесним виконанням процесу продажів їх агентами.

Аутсорсинг продажів передбачає безпосереднє фірмове представництво, де торгові представники наймаються, наймаються та управляються зовнішнім суб'єктом, але мають квоти, представляють себе як бренд клієнта та звітують про всі дії (за власними каналами управління продажами) клієнту. Це схоже на віртуальне розширення торгової сили.

Продавець: Основною функцією продавців є створення та закриття бізнесу, що призводить до отримання прибутку. Продавець буде виконувати свою основну функцію за допомогою різних засобів, включаючи телефонні дзвінки, електронну пошту, соціальні мережі, мережеві зв'язки та холодні дзвінки. Основна мета успішного продавця - знайти споживачів, яким потрібно продати. Продажі часто називають "грою чисел", оскільки загальний закон середніх показників і схема успішного закриття бізнесу з'явиться через посилену активність продажів. Ці заходи включають, але не обмежуються цим: пошук потенційних клієнтів, зміцнення відносин з потенційними клієнтами, формування довіри до майбутніх клієнтів, виявлення та заповнення потреб споживачів, а отже, перетворення потенційних клієнтів на реальних.

Успішні продавці використовують багато інструментів, найважливіший з яких - опитування, яке можна визначити як низку запитань та відповідей, що дозволяють продавцю зрозуміти цілі та вимоги клієнта, що стосуються товару, який вони продають. Створення вартості або сприйнятої вартості є результатом отримання зібраної інформації, аналізу цілей та потреб потенційного клієнта та використання продуктів або послуг, які фірма продавця представляє або продає таким чином, щоб найбільш ефективно досягти цілей або коштів потенційного клієнта. їх потреби. Ефективні продавці упаковують свої пропозиції та представляють запропоноване рішення таким чином, щоб потенційний клієнт прийшов до висновку, що він набуває рішення, що призводить до доходу та прибутку продавця та організації, яку вони представляють.

2. ПРОЦЕС ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Вибір об'єкту

Для початку дослідження, необхідно обрати об'єкт. Ми обрали район «Молодіжне».

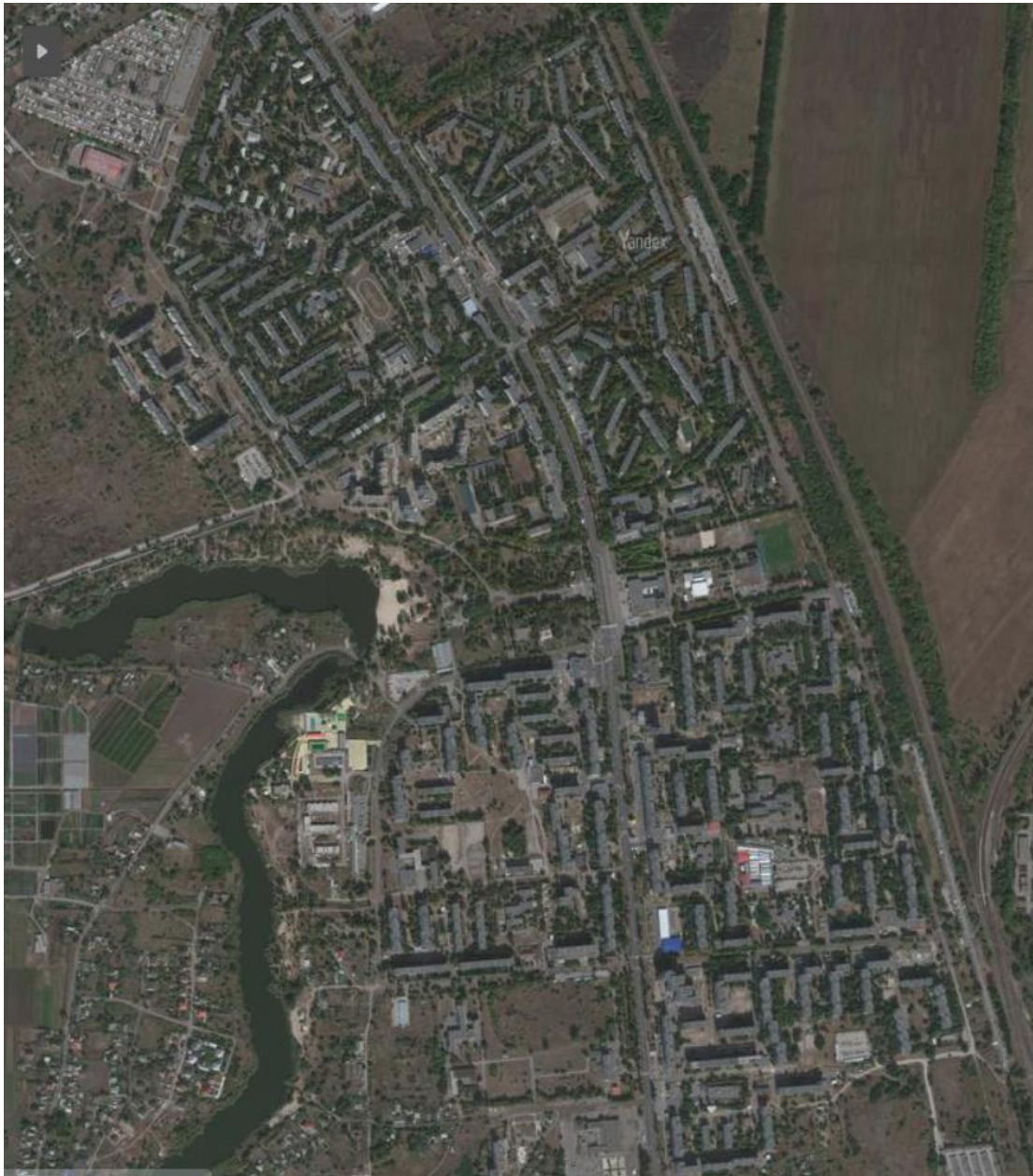


Рисунок 2.1 — супутникове зображення обраного нами району. Обрані будинки обведені.

Молодіжне – великий район, складається з 201-го багатоповерхового будинку, присутня 2, 5, 9, 16 поверхова забудова.

Наступний крок – «перепис будинків». Необхідно з'ясувати поверховість, кількість під'їздів, квартир.

На основі цих досліджень була складена наступна таблиця:

Таблиця 2.1 — Поля: № п/п, ХУ-координати (географічні координати), адреса, поверховість та кількість під'їздів.

№	Y	X	Адреса	Поверх и	Під'їздів
1	2	3	4	5	6
1	49,14784	33,431529	Молодіжна , 1/2	5	4
2	49,147713	33,432248	Лесі Українки, 4	5	5
3	49,1471	33,432853	Лесі Українки, 6	5	4
4	49,146452	33,433453	Лесі Українки, 8	5	4
5	49,145636	33,434333	Лесі Українки, 10	5	12
6	49,147204	33,432071	Довженко, 1	3	2
7	49,147079	33,432601	Довженко, 3	3	2
8	49,146706	33,43259	Довженко, 5	3	2
9	49,146467	33,43288	Довженко, 7	3	2
10	49,146277	33,43303	Довженко, 9	3	2
11	49,145974	33,433223	Довженко, 11	3	2
12	49,145742	33,433545	Довженко, 13	3	2
13	49,145312	33,433277	Довженко, 12	3	2
14	49,145242	33,433706	Довженко, 14	3	2
15	49,146995	33,43185	Княгині Ольги, 2	3	2
16	49,146657	33,431646	Княгині Ольги, 4	3	2
17	49,146312	33,431474	Княгині Ольги, 6	3	2
18	49,146171	33,431903	Довженко, 2	3	2
19	49,147585	33,43105	Молодіжна , 3	5	2
20	49,146676	33,430772	Молодіжна , 5	5	4
21	49,145852	33,430203	Молодіжна , 7	5	2
22	49,145479	33,429989	Молодіжна , 9	5	4
23	49,145437	33,430869	Княгині Ольги, 10	3	2
24	49,145437	33,431523	Княгині Ольги, 24	3	2
25	49,145198	33,431823	Княгині Ольги, 26	3	2
26	49,144874	33,432049	Княгині Ольги, 28	3	2
27	49,145078	33,43074	Княгині Ольги, 12	3	2
28	49,14479	33,430654	Княгині Ольги, 14	3	2
29	49,144691	33,431008	Княгині Ольги, 16	3	2
30	49,144614	33,431394	Княгині Ольги, 18	3	2
31	49,14455	33,431888	Княгині Ольги, 20	3	2
32	49,144438	33,43222	Княгині Ольги, 22	3	2
33	49,144612	33,429791	Молодіжна , 13/1	5	4

Прододження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
34	49,144281	33,429266	Молодіжна , 11	5	6
35	49,14343	33,429405	Молодіжна , 11А	5	4
36	49,144501	33,434177	Лесі Українки, 12	5	6
37	49,144029	33,434392	Лесі Українки, 14	5	6
38	49,143507	33,430687	Молодіжна , 15	5	8
39	49,142979	33,430623	Молодіжна , 17	5	8
40	49,142831	33,431428	Молодіжна , 21	5	8
41	49,142578	33,430022	Молодіжна , 19	5	8
42	49,142169	33,431202	Молодіжна , 23	5	6
43	49,142187	33,431854	Молодіжна , 25	5	6
44	49,142393	33,432286	Молодіжна , 27	5	6
45	49,1415	33,431107	Молодіжна , 31	5	8
46	49,140254	33,432357	Молодіжна , 39	5	4
47	49,141769	33,432762	Молодіжна , 33	5	8
48	49,141055	33,432905	Молодіжна , 35	5	8
49	49,140814	33,43348	Молодіжна , 37	5	8
50	49,140613	33,434217	Тараса Бульби, 18	5	6
51	49,143165	33,435079	Лесі Українки, 20	5	4
52	49,143319	33,435897	Лесі Українки, 22	5	2
53	49,142564	33,436588	Лесі Українки, 28	5	4
54	49,142776	33,435816	Лесі Українки, 24	5	4
55	49,142104	33,436023	Лесі Українки, 26	5	4
56	49,142287	33,437532	Лесі Українки, 32/10	5	6
57	49,141804	33,437181	Тараса Бульби, 12	5	4
58	49,142299	33,429402	297-й квартал, 2	9	4
59	49,142323	33,428216	297-й квартал, 5	9	4
60	49,14155	33,427794	297-й квартал, 9	9	4
61	49,141639	33,429079	297-й квартал, 4	9	4
62	49,140837	33,428638	297-й квартал, 8	9	3
63	49,141103	33,429528	297-й квартал, 7	9	3
64	49,140466	33,430085	297-й квартал, 6	9	3
65	49,139417	33,434001	Тараса Бульби, 27	11	3
66	49,139788	33,434684	Тараса Бульби, 25	11	2
67	49,140342	33,435537	Тараса Бульби, 17	11	2
68	49,139941	33,436085	Тараса Бульби, 19Б	11	1
69	49,140018	33,436642	Тараса Бульби, 19А	11	2
70	49,140319	33,436831	Тараса Бульби, 19	11	2
71	49,140826	33,436301	Тараса Бульби, 15	11	4
72	49,141191	33,437837	Тараса Бульби, 13	12	4
73	49,140761	33,438726	Лесі Українки, 36	5	6
74	49,139824	33,439328	Лесі Українки, 40	5	6
75	49,139187	33,439346	Лесі Українки, 42	5	4
76	49,145864	33,436292	Тецовський, 8	5	4
77	49,145387	33,435861	Лесі Українки, 1/10	5	4
78	49,14455	33,436831	Лесі Українки, 3	5	8

Прододження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
79	49,143672	33,437559	Лесі Українки, 5	5	4
80	49,14336	33,438484	Лесі Українки, 13	9	2
81	49,14587	33,437298	Тецовський, 6	5	4
82	49,145216	33,437577	Лесі Українки, 7	5	8
83	49,144591	33,437864	Лесі Українки, 9	5	6
84	49,144244	33,438223	Лесі Українки, 11	5	6
85	49,14547	33,438708	Володимира Великого, 6	5	6
86	49,147291	33,439706	Тецовський, 2	5	6
87	49,146566	33,439535	Володимира Великого, 4	5	6
88	49,146908	33,440613	Володимира Великого, 2	5	6
89	49,146065	33,441143	Володимира Великого, 14	5	6
90	49,146153	33,44029	Володимира Великого, 12	5	4
91	49,145464	33,4402	Володимира Великого, 10	5	8
92	49,145257	33,441637	Володимира Великого, 16	5	6
93	49,144421	33,442194	Володимира Великого, 20/2	5	6
94	49,144338	33,441251	Володимира Великого, 18	5	6
95	49,143755	33,442005	Тараса Бульби, 4	5	6
96	49,143342	33,442221	Тараса Бульби, 3	5	4
97	49,143024	33,442949	Тараса Бульби, 1/22	5	6
98	49,142264	33,443461	Володимира Великого, 32	5	6
99	49,141462	33,443991	Володимира Великого, 34	5	6
100	49,140413	33,443946	Володимира Великого, 36	5	6
101	49,14155	33,442823	Володимира Великого, 30	5	8
102	49,142588	33,442185	Володимира Великого, 24	5	6
103	49,142264	33,439634	Тараса Бульби, 9	5	4
104	49,142169	33,440478	Тараса Бульби, 7	5	4
105	49,141509	33,44143	Володимира Великого, 26	5	6
106	49,140572	33,442005	Володимира Великого, 28	5	6
107	49,140154	33,441376	Лесі Українки, 25	5	6
108	49,140831	33,441008	Лесі Українки, 23	5	6
109	49,141433	33,440568	Лесі Українки, 19	5	6
110	49,141692	33,439337	Лесі Українки, 17/11	5	6
111	49,140814	33,439975	Лесі Українки, 21	5	4
112	49,139936	33,440514	Лесі Українки, 27	5	6
113	49,139364	33,441251	Лесі Українки, 29	5	4
114	49,139258	33,441808	Лесі Українки, 29А	5	2
115	49,138928	33,441835	Грозненський, 6	11	4
116	49,132002	33,440757	Лесі Українки, 78/19	9	6
117	49,13347	33,440559	Лесі Українки, 74	9	6
118	49,132361	33,43967	Лесі Українки, 76	11	2
119	49,133187	33,439571	Лесі Українки, 72	9	5
120	49,134224	33,439652	Лесі Українки, 66	9	2
121	49,134755	33,439463	Лесі Українки, 62	5	4
122	49,135144	33,439409	Лесі Українки, 56	5	4
123	49,135503	33,438861	Лесі Українки, 50	5	4

Прододження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
124	49,135875	33,438807	Лесі Українки, 48	5	4
125	49,135026	33,43825	Лесі Українки, 58	9	4
126	49,135208	33,440307	Лесі Українки, 54	9	8
127	49,136264	33,438655	Героїв України, 21	9	4
128	49,136081	33,437478	Героїв України, 23	9	3
129	49,135362	33,437271	Героїв України, 25	9	4
130	49,135026	33,43825	Лесі Українки, 58	9	4
131	49,135462	33,436023	Героїв України, 27	9	2
132	49,134943	33,436535	Героїв України, 33	9	4
133	49,134743	33,435304	Героїв України, 35	9	2
134	49,134094	33,435106	Героїв України, 31	9	4
135	49,134224	33,436112	Героїв України, 39	5	4
136	49,133829	33,436166	Героїв України, 37	5	4
137	49,131772	33,435043	Героїв Крут, 1	9	4
138	49,131813	33,435816	Героїв Крут, 3	9	4
139	49,131813	33,436723	Героїв Крут, 7	9	4
140	49,131849	33,437343	Героїв Крут, 9	9	4
141	49,13107	33,435726	Героїв Крут, 5	9	4
142	49,131177	33,437478	Героїв Крут, 11	9	4
143	49,136376	33,442005	Лесі Українки, 35	5	4
144	49,136075	33,442868	Героїв України, 17	9	8
145	49,135332	33,442005	Лесі Українки, 37	15	2
146	49,134124	33,441826	Лесі Українки, 39	10	12
147	49,134926	33,442454	Лесі Українки, 41	9	4
148	49,134142	33,443622	Лесі Українки, 45	9	4
149	49,134206	33,442769	Лесі Українки, 47	9	4
150	49,132798	33,442014	Лесі Українки, 51	10	4
151	49,132503	33,442895	Лесі Українки, 55	9	2
152	49,131831	33,443245	Воїнів-Інтернаціоналістів, 3	9	4
153	49,132249	33,444035	Воїнів-Інтернаціоналістів, 5	9	4
154	49,131554	33,444197	Воїнів-Інтернаціоналістів, 7	9	4
155	49,136994	33,443649	Героїв України, 5	9	4
156	49,136175	33,443721	Героїв України, 13	5	6
157	49,136328	33,444521	Героїв України, 9	5	6
158	49,135686	33,444278	Героїв України, 11	5	4
159	49,137295	33,445401	Героїв України, 3	9	4
160	49,137142	33,446596	Героїв України, 1	9	2
161	49,136452	33,446811	Володимира Великого, 38	9	4
162	49,136004	33,44647	Володимира Великого, 40	9	2
163	49,135592	33,447359	Володимира Великого, 42	9	2
164	49,135208	33,446668	Володимира Великого, 48	9	4
165	49,135026	33,447593	Володимира Великого, 44	9	4
166	49,134554	33,446856	Володимира Великого, 46	9	4
167	49,134307	33,44788	Володимира Великого, 56	9	2
168	49,133906	33,44709	Володимира Великого, 54	9	4

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
169	49,133758	33,448114	Володимира Великого, 58	9	4
170	49,133263	33,447593	Володимира Великого, 62	9	2
171	49,132532	33,446919	Володимира Великого, 70	9	4
172	49,132609	33,447755	Володимира Великого, 66	9	4
173	49,132904	33,448734	Володимира Великого, 68Б	9	2
174	49,132444	33,448877	Володимира Великого, 68А	9	4
175	49,131725	33,447368	Воїнів-Інтернаціоналістів, 11	9	4
176	49,130852	33,442535	Лесі Українки, 61/2	16	2
177	49,130622	33,442796	Лесі Українки, 61А	16	1
178	49,129827	33,442374	Лесі Українки, 65	9	4
179	49,128141	33,442661	Лесі Українки, 69	9	3
180	49,127575	33,442922	Лесі Українки, 71	9	2
181	49,130092	33,443092	Лесі Українки, 63	9	2
182	49,129974	33,444251	Воїнів-Інтернаціоналістів, 2А	9	3
183	49,129443	33,443847	287-й квартал, 16	9	2
184	49,128111	33,443398	287-й квартал, 24	5	2
185	49,128135	33,443973	287-й квартал, 23	5	2
186	49,127645	33,444116	287-й квартал, 28	9	4
187	49,128282	33,445024	287-й квартал, 19	9	4
188	49,128954	33,445931	287-й квартал, 14	9	2
189	49,130628	33,443775	Воїнів-Інтернаціоналістів, 4А	9	2
190	49,130929	33,444197	Воїнів-Інтернаціоналістів, 6А	9	2
191	49,130522	33,444997	287-й квартал, 1	9	2
192	49,131011	33,445338	Воїнів-Інтернаціоналістів, 6	9	2
193	49,129803	33,445293	Воїнів-Інтернаціоналістів, 4	9	4
194	49,131112	33,446111	Воїнів-Інтернаціоналістів, 10	9	2
195	49,130599	33,446066	Воїнів-Інтернаціоналістів, 8	9	4
196	49,131088	33,447045	Воїнів-Інтернаціоналістів, 14	9	2
197	49,13064	33,446892	Воїнів-Інтернаціоналістів, 12	9	4
198	49,131153	33,448042	Воїнів-Інтернаціоналістів, 16А	9	2
199	49,130693	33,447728	Воїнів-Інтернаціоналістів, 16	9	4
200	49,130003	33,448653	Воїнів-Інтернаціоналістів, 20	9	4
201	49,130841	33,449039	Воїнів-Інтернаціоналістів, 22	9	2
202	49,130434	33,449776	Володимира Великого, 72	9	4

Це той набір даних, що необхідний для складання моделі..

2.2 Дослідження ринку

Наступним нашим кроком виступає дослідження ринку. Дослідження необхідне для прорахунку потенційно можливого прибутку з кожного будинку, обраного нами району. Дослідження проводилося шляхом обходу квартир, і під час якого було пройдено 1150 квартир, 725 з яких було зачинено (63%). То ж наступні дані склалися на основі 425 відчинених квартир.

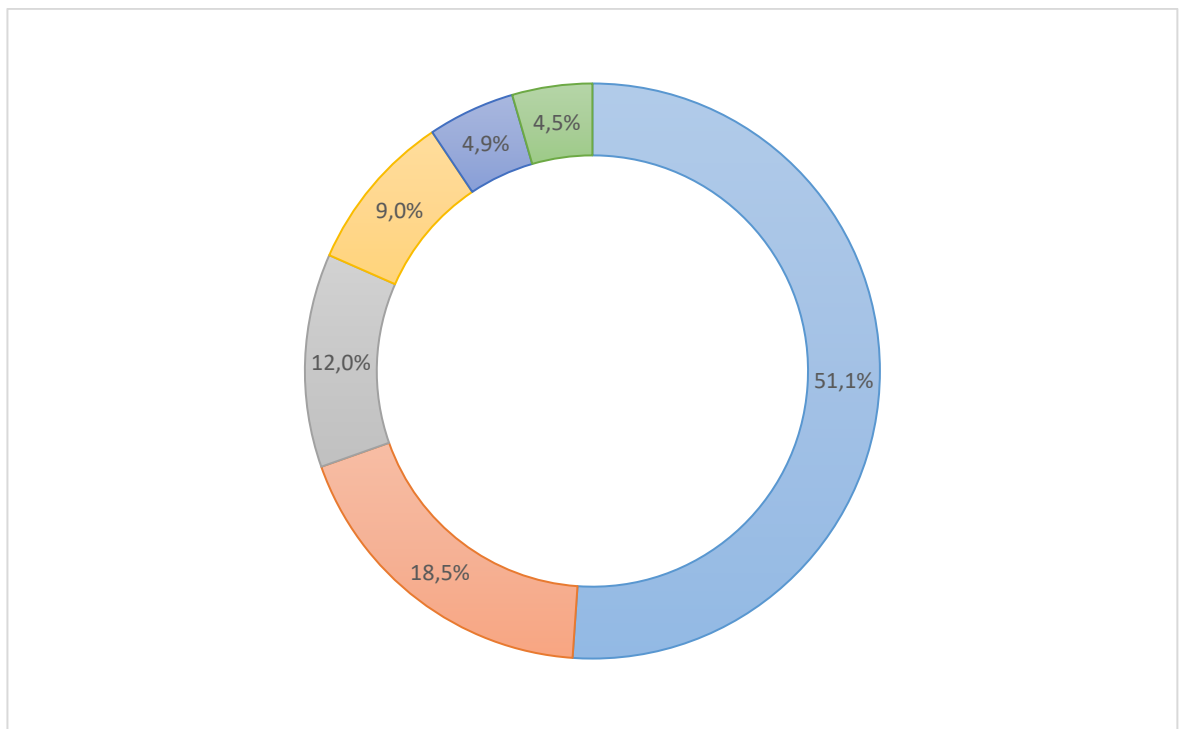


Рисунок 2.2 — Розподіл абонентів послуги з доступу до інтернету між провайдерами, які представлені в даному районі

Перед нами діаграма розподілу абонентів серед провайдерів, які на даний момент представлені в цьому районі міста. Ми бачимо як невеликих гравців, так і великих. Так як ми не робили дослідження в динаміці, то можемо лише робити припущення. Найбільший гравець, що найвірогідніше – монополіст у минулому, і зараз він втрачає свою абонентську базу. Гравці з мінімальною частиною абонентської бази – це гравці, що розвиваються. Варто

відмітити, що всі ці провайдери постачають монопослугу – доступ до мережі інтернет.

Після чого ми виведемо коефіцієнт вірогідності підключення до наших послуг на основі випадкових будинків міста, де наш провайдер присутній.

Для дослідження був виведений коефіцієнт, який обраховує вірогідність підключення до наших послуг. Він був складений на основі вибірки із 111 будинків міста, де наша компанія представлена:

Таблиця 2.2 — Вибірка абонентів послуг по будинкам

№ п/п	Кількість квартир	Кількість абонентів інтернету	%	Кількість Абонентів телебачення	%
1	2	3	4	5	6
1	36	7	0,19	24	0,67
2	36	16	0,44	31	0,87
3	72	18	0,25	24	0,33
4	108	43	0,4	49	0,45
5	36	17	0,47	17	0,46
6	72	16	0,22	49	0,68
7	144	17	0,12	121	0,84
8	36	4	0,12	24	0,66
9	36	8	0,23	29	0,81
10	108	30	0,28	46	0,43
11	36	13	0,35	18	0,5
12	72	25	0,35	46	0,64
13	108	43	0,4	56	0,52
14	36	12	0,34	31	0,85
15	72	28	0,39	45	0,63
16	144	46	0,32	63	0,44
17	36	13	0,36	16	0,45
18	36	6	0,18	13	0,35
19	108	45	0,42	43	0,4
20	72	30	0,41	48	0,67
21	144	68	0,47	105	0,73
22	36	6	0,17	11	0,31
23	36	13	0,36	27	0,76
24	108	19	0,18	46	0,43
25	36	14	0,38	24	0,66
26	72	21	0,29	61	0,85
27	108	25	0,23	48	0,44

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
28	108	51	0,47	33	0,31
29	36	4	0,11	13	0,37
30	72	8	0,11	36	0,5
31	108	35	0,32	58	0,54
32	72	19	0,26	37	0,52
33	72	36	0,5	55	0,76
34	72	17	0,23	50	0,69
35	72	7	0,1	53	0,73
36	36	6	0,18	13	0,36
37	108	24	0,22	86	0,8
38	108	48	0,44	42	0,39
39	108	53	0,49	85	0,79
40	36	17	0,46	22	0,62
41	36	7	0,2	30	0,82
42	36	15	0,43	28	0,78
43	36	15	0,43	20	0,55
44	36	4	0,11	26	0,72
45	72	10	0,14	62	0,86
46	108	41	0,38	75	0,69
47	36	17	0,47	14	0,38
48	72	34	0,47	61	0,85
49	144	52	0,36	75	0,52
50	36	10	0,29	19	0,54
51	36	18	0,49	18	0,51
52	36	17	0,48	24	0,66
53	36	14	0,39	18	0,5
54	72	30	0,41	54	0,75
55	108	23	0,21	89	0,82
56	36	4	0,1	29	0,8
57	72	12	0,17	60	0,84
58	144	26	0,18	79	0,55
59	36	12	0,34	28	0,77
60	36	17	0,48	15	0,41
61	36	14	0,38	31	0,86
62	36	4	0,1	18	0,5
63	36	5	0,13	23	0,65
64	36	18	0,49	13	0,36
65	72	22	0,3	51	0,71
66	108	12	0,11	79	0,73
67	36	15	0,41	26	0,72
68	72	22	0,31	51	0,71
69	144	62	0,43	81	0,56
70	36	7	0,19	30	0,84
71	36	5	0,13	32	0,88
72	108	46	0,43	51	0,47

Кінець таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
73	36	17	0,46	22	0,61
74	72	17	0,23	42	0,59
75	108	15	0,14	50	0,46
76	36	6	0,17	13	0,36
77	72	8	0,11	48	0,67
78	144	32	0,22	59	0,41
79	36	8	0,21	27	0,76
80	36	5	0,13	16	0,44
81	108	33	0,31	75	0,69
82	72	29	0,4	32	0,45
83	144	62	0,43	63	0,44
84	36	5	0,14	30	0,84
85	36	4	0,11	17	0,46
86	108	50	0,46	43	0,4
87	36	15	0,43	28	0,79
88	72	22	0,31	30	0,41
89	108	35	0,32	66	0,61
90	108	31	0,29	72	0,67
91	144	16	0,11	52	0,36
92	36	8	0,22	28	0,79
93	36	10	0,29	19	0,53
94	108	43	0,4	64	0,59
95	36	12	0,34	29	0,81
96	72	31	0,43	54	0,75
97	108	16	0,15	75	0,69
98	36	9	0,24	32	0,9
99	72	13	0,18	58	0,8
100	144	68	0,47	117	0,81
101	108	31	0,29	72	0,67
102	144	16	0,11	52	0,36
103	36	8	0,22	28	0,79
104	36	10	0,29	19	0,53
105	108	43	0,4	64	0,59
106	36	12	0,34	29	0,81
107	72	31	0,43	54	0,75
108	108	16	0,15	75	0,69
109	36	9	0,24	32	0,9
110	72	13	0,18	58	0,8
111	144	68	0,47	117	0,81
	7092	2158	29,85%	4269	61,61%

Зобразимо графічно:

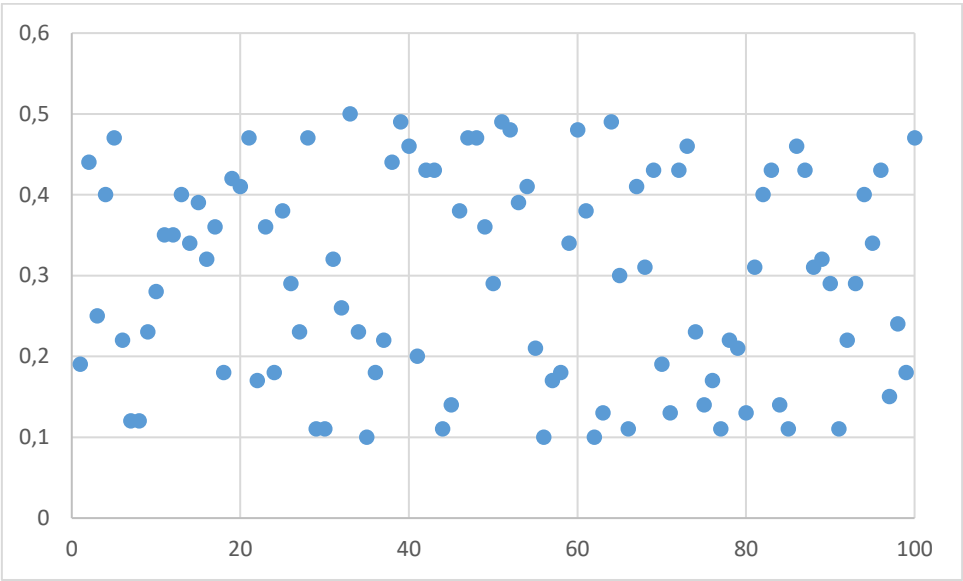


Рисунок 2.3 — Відсоток користувачів абонентів нашого інтернету в будинках

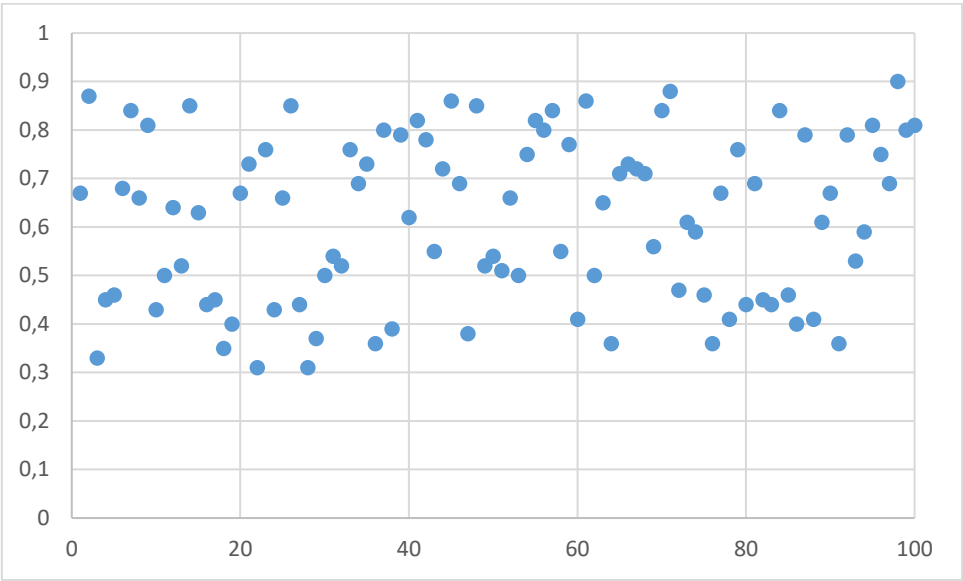


Рисунок 2.4 — Відсоток користувачів абонентів нашого телебачення в будинках

2.3 Розробка коефіцієнту ваги

Наступним кроком є використання для кожного будинку нашого коефіцієнту важливості. Через технічні моменти підключення абонентів у різних будинках, для різних поверховостей були розроблені декілька варіацій цього коефіцієнту. При розробці коефіцієнту були враховані особливості будинків: п'ятиповерхівки та нижче, від 5 до 9 поверхів, та від 9 до 25 поверхів. Основною відмінністю виступала довжина кабелю необхідного для внутрішньої розводки по будинку та по квартирі абоненту, кількості великих та малих боксів у будинку, під'їзду, обладнанні для телебачення і інтернету та інші.

Розрахунок для будинків до 5 поверхів включно:

Вірогідна кількість абонентів у будинку:

$$a_{tv} = \lfloor 4 * 0.7 * k_e * k_f \rfloor, \quad (2.1)$$

де 4 – кількість квартир на поверсі;

коефіцієнт 0.7 – вірогідність підключення до послуг кабельного телебачення згідно дослідження;

k_e – кількість під'їздів у будинку;

k_f – кількість поверхів.

$$a_{int} = \lfloor 4 * 0.3 * k_e * k_f \rfloor, \quad (2.2)$$

де 4 – кількість квартир на поверсі;

коефіцієнт 0.3 – вірогідність підключення до послуг інтернету згідно дослідження;

k_e – кількість під'їздів у будинку;

k_f – кількість поверхів.

Очікуваний дохід від будинку, по двом послугам:

$$w_{tv} = a_{tv} * ARPU_{tv}. \quad (2.3)$$

$$w_{int} = a_{int} * ARPU_{int}, \quad (2.4)$$

де $ARPU$ – показник **Average Revenue Per User**.

Показник, який використовують провайдери програмної послуги для вимірювання доходу з одного абоненту за звітний період. За статистичними даними, $ARPU$ для інтернету становить 150 грн, для телебачення 130 грн.

Розрахунок кількості необхідного активного обладнання, по двом послугам:

$$k_{ctv} = \left\lceil \frac{a_{tv}}{108} \right\rceil, \quad (2.5)$$

де 108 – кількість квартир, яку можливо підключити до кабельного телебачення одним оптичним приймачем Arcotel 9036OR(E)

$$k_{onu} = \left\lceil \frac{a_{int}}{4} \right\rceil, \quad (2.6)$$

де 4 – кількість квартир, яку можливо підключити до інтернету одним оптичним терміналом (ONU) Picotel N540.

Розрахунок довжини різних типів кабелю: коаксіальний кабель RG-6, RG-11 для телебачення, UTP – неекранована вита пара для інтернету.

$$m_{rg6} = a_{tv} * 15, \quad (2.7)$$

де, 15 – довжина кабелю, яка необхідна для включення абонента до «стояку».

$$m_{rg11} = k_f * k_e * 3 * 10, \quad (2.8)$$

де, 3 – висота одного поверху;

10 – траса від під'їзду до під'їзду.

$$m_{utp} = \sum_{i=0}^{a_{int}} k_f * 3 * 15, \quad k_f \in [1; 5], \quad (2.9)$$

де, 15 – довжина кабелю, яка необхідна для включення абонента до «стояку», 3 – прохід одного поверху.

Розрахунок пасивних елементів (бокси, роз'єми):

$$k_{boxb} = \left\lceil \frac{k_e}{2} \right\rceil, \quad (2.10)$$

де 2 – викликано технічною необхідністю ставити великий бокс у кожному другому під'їзді.

$$k_{boxm} = \left\lceil \frac{k_f}{3} \right\rceil, \quad (2.11)$$

де 3 – викликано технічною необхідністю ставити великий бокс на кожному третьому поверсі кожного під'їзду.

$$k_{f6} = a_{tv} * 2, \quad (2.12)$$

де, 2 – кількість роз'ємів на телевізійному кабелі на одного абонента

$$k_{f11} = k_{boxb} * 2, \quad (2.13)$$

де, 2 – кількість роз'ємів на магістральному телевізійному кабелі між великими боксами.

Розрахунок підсумкових витрат, по послугам, та сумарно. Де елементи, з нижнім індексом w – вартість того чи іншого елементу.

$$\begin{aligned} val_{tv} = & k_{f6} * f6_w + k_{f11} * f11_w + k_{boxb} * boxb_w + k_{boxm} * boxm_w + m_{rg6} \\ & * rg6_w + m_{rg11} * rg11_w + k_{ctv} * ctv_w + m_w. \end{aligned} \quad (2.14)$$

$$val_{int} = k_{boxb} * boxb_w + m_{utp} * utp_w + k_{onu} * onu_w. \quad (2.15)$$

Витрати на підключення дому, виключно по внутрішнім роботам:

$$val = val_{tv} + val_{int}. \quad (2.16)$$

Надходження з усього будинку за 12 місяців:

$$income = w_{tv} + w_{int} * 12. \quad (2.17)$$

Розрахунок для будинків з 6 по 9 поверхів включно:

Вірогідна кількість абонентів у будинку:

$$a_{tv} = \lfloor 4 * 0.7 * k_e * k_f \rfloor, \quad (2.18)$$

де, 4 – кількість квартир на поверсі;

коефіцієнт 0.7 – вірогідність підключення до послуг кабельного телебачення згідно дослідження;

k_e – кількість під'їздів у будинку;

k_f – кількість поверхів.

$$a_{int} = \lfloor 4 * 0.3 * k_e * k_f \rfloor, \quad (2.19)$$

де, 4 – кількість квартир на поверсі;

коефіцієнт 0.3 – вірогідність підключення до послуг інтернету згідно дослідження;

k_e – кількість під'їздів у будинку;

k_f – кількість поверхів.

Очікуваний дохід від будинку, по двом послугам:

$$w_{tv} = a_{tv} * ARPU_{tv}. \quad (2.20)$$

$$w_{int} = a_{int} * ARPU_{int}, \quad (2.21)$$

де ARPU – показник **Average Revenue Per User**.

Показник, який використовують провайдери програмної послуги для вимірювання доходу з одного абоненту за звітний період. За статистичними даними, ARPU для інтернету становить 150 грн, для телебачення 130 грн.

Розрахунок кількості необхідного активного обладнання, по двом послугам:

$$k_{ctv} = \left\lceil \frac{a_{tv}}{108} \right\rceil, \quad (2.22)$$

де 108 – кількість квартир, яку можливо підключити до кабельного телебачення одним оптичним приймачем Arcotel 9036OR(E)

$$k_{onu} = \left\lceil \frac{a_{int}}{4} \right\rceil, \quad (2.23)$$

де 4 – кількість квартир, яку можливо підключити до інтернету одним оптичним терміналом (ONU) Picotel N540.

Розрахунок довжини різних типів кабелю: коаксіальний кабель RG-6, RG-11 для телебачення, UTP – неекранована вита пара для інтернету.

$$m_{rg6} = a_{tv} * 15, \quad (2.24)$$

де, 15 – довжина кабелю, яка необхідна для включення абонента до «стояку».

$$m_{rg11} = k_f * k_e * 3 * 10, \quad (2.25)$$

де, 3 – висота одного поверху, 10 – траса від під'їзду до під'їзду.

$$m_{utp} = \sum_{i=0}^{a_{int}} k_f * 3 * 15, \quad k_f \in [1; 5], \quad (2.26)$$

де, 15 – довжина кабелю, яка необхідна для включення абонента до «стояку»;

3 – прохід одного поверху.

Розрахунок пасивних елементів (бокси, роз'єми):

$$k_{boxb} = k_e, \quad (2.27)$$

де 2 – викликано технічною необхідністю ставити великий бокс у кожному другому під'їзді.

$$k_{boxm} = \left\lceil \frac{k_f}{3} \right\rceil, \quad (2.28)$$

де 3 – викликано технічною необхідністю ставити великий бокс на кожному третьому поверсі кожного під'їзду.

$$k_{f6} = a_{tv} * 2, \quad (2.29)$$

де, 2 – кількість роз'ємів на телевізійному кабелі на одного абонента

$$k_{f11} = k_{boxb} * 2, \quad (2.30)$$

де, 2 – кількість роз'ємів на магістральному телевізійному кабелі між великими боксами.

Розрахунок підсумкових витрат, по послугам, та сумарно. Де елементи, з нижнім індексом w – вартість того чи іншого елементу.

$$\begin{aligned} val_{tv} = & k_{f6} * f6_w + k_{f11} * f11_w + k_{boxb} * boxb_w + k_{boxm} * boxm_w + m_{rg6} \\ & * rg6_w + m_{rg11} * rg11_w + k_{ctv} * ctv_w + m_w. \end{aligned} \quad (2.31)$$

$$val_{int} = k_{boxb} * boxb_w + m_{utp} * utp_w + k_{onu} * onu_w. \quad (2.32)$$

Витрати на підключення дому, виключно по внутрішнім роботам:

$$val = val_{tv} + val_{int}. \quad (2.33)$$

Надходження з усього будинку за 12 місяців:

$$income = w_{tv} + w_{int} * 12. \quad (2.34)$$

Розрахунок для будинків з 10 по 25 поверхів включно:

Вірогідна кількість абонентів у будинку:

$$a_{tv} = \lfloor 6 * 0.7 * k_e * k_f \rfloor, \quad (2.35)$$

де 4 – кількість квартир на поверсі;

коефіцієнт 0.7 – вірогідність підключення до послуг кабельного телебачення згідно дослідження;

k_e – кількість під'їздів у будинку;

k_f – кількість поверхів.

$$a_{int} = \lfloor 6 * 0.3 * k_e * k_f \rfloor, \quad (2.36)$$

де 4 – кількість квартир на поверсі;

коефіцієнт 0.3 – вірогідність підключення до послуг інтернету згідно дослідження;

k_e – кількість під'їздів у будинку;

k_f – кількість поверхів.

Очікуваний дохід від будинку, по двом послугам:

$$w_{tv} = a_{tv} * ARPU_{tv}. \quad (2.37)$$

$$w_{int} = a_{int} * ARPU_{int}, \quad (2.38)$$

де ARPU – показник **Average Revenue Per User**.

Показник, який використовують провайдери програмної послуги для вимірювання доходу з одного абоненту за звітний період. За статистичними даними, ARPU для інтернету становить 150 грн, для телебачення 130 грн.

Розрахунок кількості необхідного активного обладнання, по двом послугам:

$$k_{ctv} = \left\lceil \frac{a_{tv}}{108} \right\rceil, \quad (2.39)$$

де 108 – кількість квартир, яку можливо підключити до кабельного телебачення одним оптичним приймачем Arcotel 9036OR(E)

$$k_{onu} = \left\lceil \frac{a_{int}}{108} \right\rceil, \quad (2.40)$$

де 4 – кількість квартир, яку можливо підключити до інтернету одним оптичним терміналом (ONU) Picotel N540.

Розрахунок довжини різних типів кабелю: коаксіальний кабель RG-6, RG-11 для телебачення, UTP – неекранована вита пара для інтернету.

$$m_{rg6} = a_{tv} * 15, \quad (2.41)$$

де, 15 – довжина кабелю, яка необхідна для включення абонента до «стояку».

$$m_{rg11} = k_f * k_e * 3 * 10, \quad (2.42)$$

де 3 – висота одного поверху;

10 – траса від під'їзду до під'їзду.

$$m_{utp} = \sum_{i=0}^{a_{int}} k_f * 3 * 15, \quad k_f \in [1; 5], \quad (2.43)$$

де 15 – довжина кабелю, яка необхідна для включення абонента до «стояку»;

3 – прохід одного поверху.

Розрахунок пасивних елементів (бокси, роз'єми):

$$k_{boxb} = k_e, \quad (2.44)$$

де 2 – викликано технічною необхідністю ставити великий бокс у кожному другому під'їзді.

$$k_{boxm} = \left\lceil \frac{k_f}{3} \right\rceil, \quad (2.45)$$

де 3 – викликано технічною необхідністю ставити великий бокс на кожному третьому поверсі кожного під'їзду.

$$k_{f6} = a_{tv} * 2, \quad (2.46)$$

де 2 – кількість роз'ємів на телевізійному кабелі на одного абонента

$$k_{f11} = k_{boxb} * 2, \quad (2.47)$$

де 2 – кількість роз'ємів на магістральному телевізійному кабелі між великими боксами.

Розрахунок підсумкових витрат, по послугам, та сумарно. Де елементи, з нижнім індексом w – вартість того чи іншого елементу.

$$\begin{aligned} val_{tv} = & k_{f6} * f6_w + k_{f11} * f11_w + k_{boxb} * boxb_w + k_{boxm} * boxm_w + m_{rg6} \\ & * rg6_w + m_{rg11} * rg11_w + k_{ctv} * ctv_w + m_w. \end{aligned} \quad (2.48)$$

$$val_{int} = k_{boxb} * boxb_w + m_{utp} * utp_w + k_{onu} * onu_w. \quad (2.49)$$

Витрати на підключення дому, виключно по внутрішнім роботам:

$$val = val_{tv} + val_{int}. \quad (2.50)$$

Надходження з усього будинку за 12 місяців:

$$income = w_{tv} + w_{int} * 12. \quad (2.51)$$

2.4 Перевірка та тестування коефіцієнту

Вхідні данні для перевірки коефіцієнта:

Таблиця 2.3 — Перелік матеріалів для функціонування мережі всередині будинку

Назва	Вартість, грн, або грн/м
UTP «вита пара»	4
Коаксіальний кабель RG-11	11,3
Коаксіальний кабель RG-6	5,2
ONU Picotel (або інші з 4x1000Mb)	1100
Prevail WR1001J	2350
Роз'єм F6	3,65
Роз'єм F11	11,53
Бокс Crosver великий	246
Бокс Crosver маленький	363
Розхідні матеріали (швидкий монтаж)	1000
ARPU інтернет	85
ARPU телебачення	70

Для того щоб протестувати наш коефіцієнт врахуємо 250 варіантів будинків: де буде варіативною кількість під'їздів від 1 до 10, також змінною кількість поверхів – від 1 до 20.

Таким чином ми можемо виявити найбільш привабливий варіант будинку по структурі для підключення. У випадку, якщо ми проведемо сортування саме по під'їздам.

На виході отримуємо наступну матрицю:

Таблиця 2.4 — Результати підрахунків у вигляді матриці

Е	е1	е2	е3	е4	е5	е6	е7	е8	е9	е10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10
1	0,528	1,139	1,606	1,958	2,113	2,351	2,483	2,497	2,670	2,873
2	1,151	2,079	2,487	2,696	3,097	3,203	3,421	3,453	3,484	3,717
3	1,706	2,576	2,969	3,290	3,497	3,616	3,703	3,981	4,016	4,103
4	2,080	2,778	3,292	3,597	3,859	4,035	3,940	4,094	4,188	4,006
5	2,292	3,176	3,491	3,800	3,841	4,066	4,058	3,919	3,963	4,058
6	2,549	3,270	3,600	3,967	4,090	4,134	3,939	4,000	4,137	4,184
7	2,748	3,538	3,716	3,902	4,092	3,948	4,028	4,123	4,197	4,245
8	2,728	3,538	3,973	4,034	3,952	4,011	4,124	4,211	4,237	4,169
9	2,968	3,594	4,022	4,137	3,992	4,144	4,194	4,232	4,128	4,226
10	3,605	4,305	4,217	4,420	4,501	4,481	4,513	4,496	4,534	4,590
11	3,774	4,285	4,283	4,432	4,385	4,481	4,542	4,492	4,552	4,515
12	3,736	4,335	4,347	4,445	4,439	4,483	4,468	4,542	4,488	4,550
13	3,836	4,046	4,309	4,278	4,404	4,424	4,477	4,451	4,501	4,471
14	3,791	4,054	4,355	4,355	4,422	4,421	4,494	4,443	4,508	4,495
15	3,962	4,108	4,323	4,366	4,451	4,419	4,396	4,477	4,452	4,487

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	4,000	4,091	4,346	4,340	4,358	4,443	4,393	4,457	4,451	4,440
17	3,941	4,086	4,372	4,338	4,323	4,429	4,401	4,407	4,449	4,429
18	4,052	4,199	4,188	4,334	4,342	4,341	4,405	4,399	4,394	4,437
19	3,936	4,183	4,213	4,357	4,344	4,328	4,337	4,380	4,389	4,373
20	4,050	4,175	4,238	4,255	4,342	4,346	4,341	4,337	4,384	4,376
21	3,973	4,175	4,194	4,243	4,244	4,326	4,336	4,323	4,331	4,323
22	4,005	4,154	4,207	4,220	4,242	4,251	4,301	4,323	4,322	4,317
23	3,948	4,135	4,216	4,210	4,238	4,260	4,250	4,260	4,275	4,300
24	4,018	4,137	4,178	4,233	4,242	4,242	4,245	4,247	4,265	4,266
25	3,936	4,122	4,188	4,211	4,207	4,226	4,234	4,245	4,239	4,243

У вихідних даних зеленим кольором буде позначений найбільш привабливий варіант будинку до підключення. Можемо зробити висновок, що із однопід'їздних будинків найпривабливіші до підключення – 18-поверхівки, з двох – 12-поверхівки, і так далі.

В свою чергу, червоним кольором відмічаються найбільш привабливі варіанти серед обраної нами під'їзності. Таким же чином як і з «зеленими» даними.

Жовтий колір на вихідних даних – найпривабливіший будинок до підключення з нашими вхідними даними. 10-під'їздна 10-поверхівка.

Графік виглядає наступним чином:

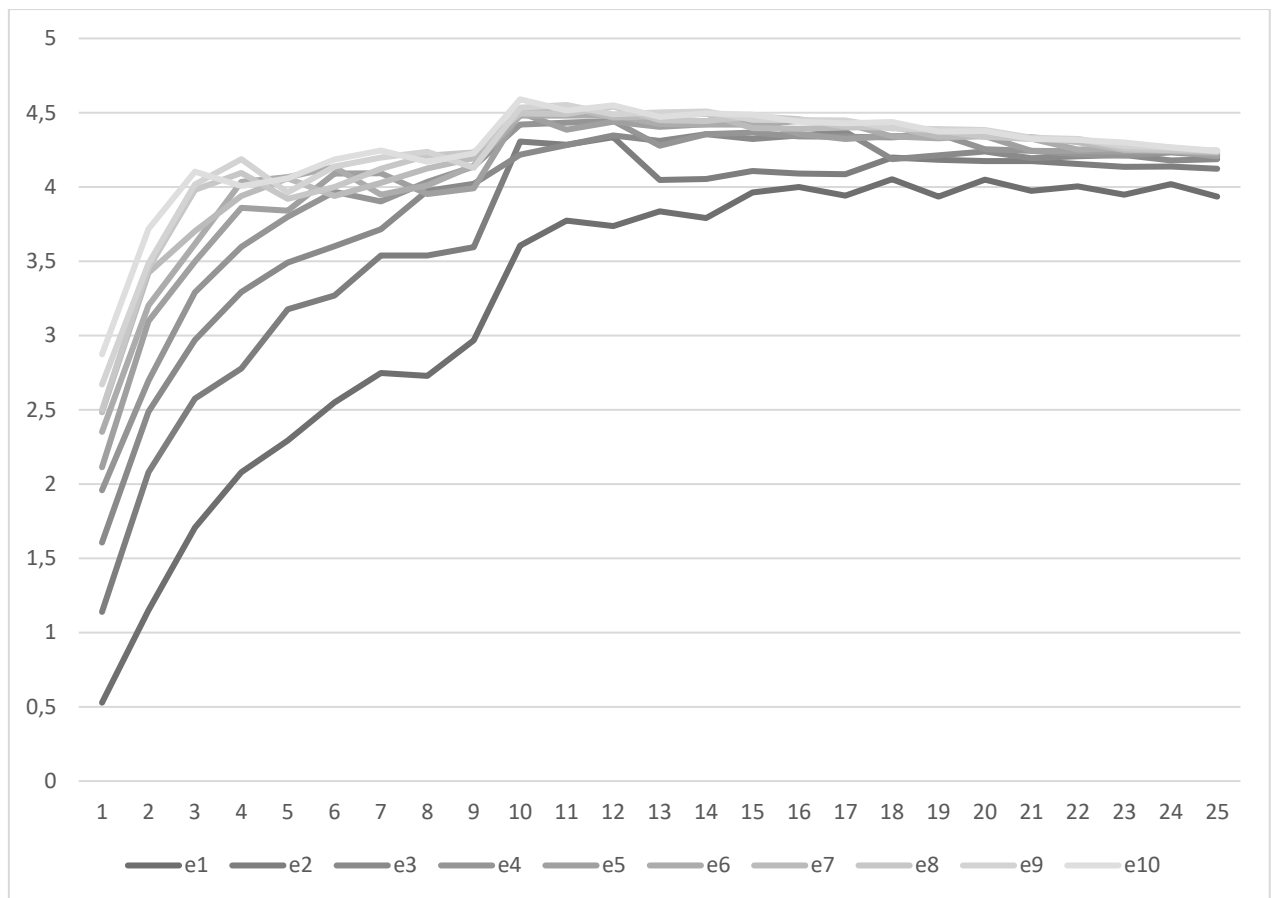


Рисунок 2.3 — Криві привабливості будинків

Можемо спостерігати різкі зміни на 5-6 поверсі, і також після 9-10. Це можна пояснити тим, що у цей проміжок змінюються конструктивні здатності будинку.

Наприклад, якщо будинок вище ніж 9 поверхів, то на поверсі такого будинку буде вже 6 квартир. В свою чергу, перехід від 5 до 6+ поверхів можна відмітити зміною схеми розташування обладнання по дому. Його потрібно більше, та зникають переходи між під'їздами у випадку з підключенням інтернету.

Після чого ми спостерігаємо деякий спад на шляху до більшої поверховості. Це можна пояснити тим, що чим більше поверхів – тим більше розходу кабелю для підключення абоненту.

У підтвердження того, що коефіцієнт дійсно відпрацьовує так як потрібно, підніmemo ціну витої пари з 4грн/м до 11грн/м. У реальному житті – заміниmo неекрановану виту пару з біметалу на мідну екрановану.

Таблиця 2.5 — Результати підрахунків у вигляді матриці

floor	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8	e9	e10
1	0,516	1,093	1,519	1,834	1,953	2,152	2,268	2,283	2,430	2,585
2	1,100	1,927	2,248	2,427	2,738	2,823	2,999	3,011	3,042	3,212
3	1,592	2,301	2,628	2,862	3,014	3,108	3,164	3,375	3,393	3,454
4	1,905	2,452	2,835	3,053	3,242	3,374	3,303	3,407	3,470	3,345
5	2,044	2,720	2,947	3,164	3,193	3,347	3,342	3,247	3,277	3,341
6	2,225	2,764	2,999	3,252	3,323	3,351	3,224	3,267	3,359	3,385
7	2,364	2,934	3,037	3,168	3,286	3,194	3,250	3,306	3,356	3,384
8	2,336	2,887	3,184	3,214	3,160	3,201	3,268	3,328	3,340	3,297
9	2,495	2,905	3,171	3,238	3,150	3,249	3,277	3,298	3,233	3,294
10	2,875	3,303	3,251	3,370	3,417	3,406	3,424	3,414	3,436	3,468
11	2,966	3,259	3,254	3,336	3,311	3,369	3,401	3,372	3,405	3,384
12	2,906	3,243	3,258	3,307	3,302	3,329	3,318	3,362	3,330	3,364
13	2,929	3,055	3,193	3,179	3,246	3,257	3,288	3,271	3,299	3,282
14	2,868	3,021	3,186	3,187	3,219	3,217	3,257	3,231	3,266	3,257
15	2,937	3,016	3,131	3,154	3,198	3,181	3,169	3,211	3,198	3,216
16	2,940	2,980	3,109	3,105	3,114	3,160	3,134	3,165	3,161	3,156
17	2,874	2,941	3,093	3,072	3,063	3,118	3,102	3,107	3,126	3,116
18	2,897	2,976	2,963	3,038	3,040	3,040	3,073	3,067	3,066	3,086
19	2,805	2,931	2,947	3,018	3,008	3,000	3,006	3,027	3,032	3,022
20	2,836	2,897	2,927	2,935	2,976	2,978	2,976	2,974	2,996	2,992
21	2,781	2,871	2,877	2,899	2,900	2,940	2,944	2,937	2,940	2,936
22	2,765	2,828	2,857	2,860	2,870	2,875	2,896	2,908	2,906	2,904
23	2,708	2,798	2,829	2,828	2,839	2,849	2,846	2,849	2,856	2,867
24	2,710	2,767	2,786	2,811	2,812	2,812	2,814	2,816	2,824	2,823
25	2,650	2,733	2,762	2,771	2,770	2,778	2,782	2,786	2,784	2,786

Отже, ми можемо спостерігати зміни у позиціях. Найцікавішим для нас будинком стала дев'ятипід'їздна чотирьохповерхівка. На графіку ми теж можемо спостерігати зміни. Вінк отримав більший нахил із зростанням поверхновості будинку:

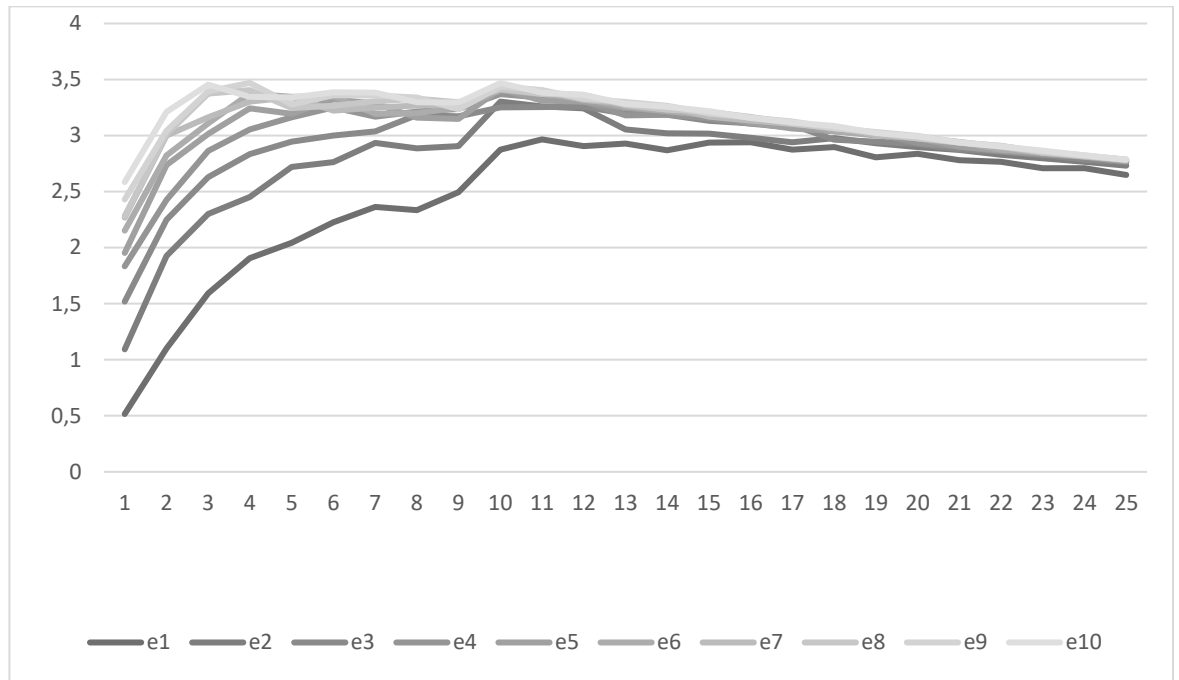


Рисунок 2.4 — Криві привабливості будинків

Та матрицю з вагами:

0.24	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.27	0	0	0	0.28	0	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.24	0	0.25	0	0	0	0	0.27	0	0	0.24	0	0	0	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.28	0	0	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0.26	0	0	0.25	0	0	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.25	0	0.27	0.27	0	0	0	0	0	0.24	0	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0.25	0	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.23	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0.24	0	0.24	0	0	0	0.25	0.25	0	0.23	0	0	0	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0.24	0.25	0	0	0	0.26	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0.27	0	0	0.25	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0	0.26	0	0	0.26	0	0	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0.27	0	0	0	0.24	0.25	0	0	0	0.25	0.24	0.24	0	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0	0	0.26	0.25	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0	0	0	0.25	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.25	0	0	0	0	0	0	0.22	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0	0	0.24	0.23	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0	0	0.24	0	0	0.23	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0	0	0	0.24	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0	0	0	0.22	0	0	0.22	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0	0	0.24	0.23	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0	0	0.24	0	0	0.23	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0	0	0.23	0	0	0.22	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0	0	0.24	0.23	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0	0	0.24	0	0	0.23	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.25	0.23	0.24	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0.25	0.23	0.24	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.23	0.24	0.24	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.25	0.24	0.24	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.25	0.24	0.23	0.23	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.23	0	0	0.25	0.26	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.26	0.24	0.23	0.23	0.26	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.23	0	0	0.26	0.24	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.25	0.23	0	0	0.28	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0.28	0	0	0.27	0	0.28	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0	0.27	0	0	0.27	0.27	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.29	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.29	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.22	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.24	0.27
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.22	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.27	0.27	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.22	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.27	0.27	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.22	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.27	0.27	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.22	0
0	0	0	0	0	0	0</																												

Рисунок 3.2 — Матриця суміжностей для нашого району, де вказані ваги ребер

Необхідно провести розрахунки згідно з формулами з розділу 2 стосовно інтернету.

Для виконання цих розрахунків та обробки даних було використане програмне забезпечення, написане саме для цієї роботи, в якому була врахована специфіка вхідних даних, та необхідна форма для вихідних даних. Тож маємо наступну таблицю, представлену у зручному вигляді. Вона дає можливість оцінити витрати.

Таблиця 3.1 — Розрахунки на витрати підключення будинку до інтернету

Номер	Поверхів	Під'їздів	Абон. Інтернет	Дохід інтернет	Кількість ONU	Метрів вигої пари	Боксів великих	Витрати інтернет	Надходження	Вага
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5	4	24	3600	6	45	2	6780	9840	6,710662
2	5	5	30	4500	8	225	3	9700	12430	6,538549
3	5	4	24	3600	6	225	2	7500	9840	6,446865
4	5	4	24	3600	6	225	2	7500	9840	6,446865
5	5	12	72	10800	18	90	6	20160	29780	7,118407
6	3	2	7	1050	2	90	1	2560	2870	4,629829
7	3	2	7	1050	2	45	1	2380	2870	4,744638
8	3	2	7	1050	2	45	1	2380	2870	4,744638
9	3	2	7	1050	2	45	1	2380	2870	4,744638
10	3	2	7	1050	2	45	1	2380	2870	4,744638
11	3	2	7	1050	2	135	1	2740	2870	4,520444
12	3	2	7	1050	2	135	1	2740	2870	4,520444
13	3	2	7	1050	2	90	1	2560	2870	4,629829
14	3	2	7	1050	2	45	1	2380	2870	4,744638
15	3	2	7	1050	2	90	1	2560	2870	4,629829
16	3	2	7	1050	2	90	1	2560	2870	4,629829
17	3	2	7	1050	2	135	1	2740	2870	4,520444
18	3	2	7	1050	2	90	1	2560	2870	4,629829
19	5	2	12	1800	3	90	1	3660	4920	5,73235
20	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
21	5	2	12	1800	3	90	1	3660	4920	5,73235
22	5	4	24	3600	6	90	2	6960	9840	6,642709
23	3	2	7	1050	2	45	1	2380	2870	4,744638
24	3	2	7	1050	2	135	1	2740	2870	4,520444
25	3	2	7	1050	2	135	1	2740	2870	4,520444
26	3	2	7	1050	2	90	1	2560	2870	4,629829
27	3	2	7	1050	2	135	1	2740	2870	4,520444
28	3	2	7	1050	2	135	1	2740	2870	4,520444
29	3	2	7	1050	2	45	1	2380	2870	4,744638
30	3	2	7	1050	2	135	1	2740	2870	4,520444
31	3	2	7	1050	2	45	1	2380	2870	4,744638
32	3	2	7	1050	2	45	1	2380	2870	4,744638
33	5	4	24	3600	6	45	2	6780	9840	6,710662
34	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
35	5	4	24	3600	6	135	2	7140	9840	6,576119
36	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
37	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
38	5	8	48	7200	12	225	4	14100	19810	7,127168
39	5	8	48	7200	12	135	4	13740	19810	7,204933
40	5	8	48	7200	12	225	4	14100	19810	7,127168

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
41	5	8	48	7200	12	90	4	13560	19810	7,244456
42	5	6	36	5400	9	180	3	10620	14890	6,953173
43	5	6	36	5400	9	180	3	10620	14890	6,953173
44	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
45	5	8	48	7200	12	90	4	13560	19810	7,244456
46	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
47	5	8	48	7200	12	45	4	13380	19810	7,284414
48	5	8	48	7200	12	135	4	13740	19810	7,204933
49	5	8	48	7200	12	90	4	13560	19810	7,244456
50	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
51	5	4	24	3600	6	225	2	7500	9840	6,446865
52	5	2	12	1800	3	225	1	4200	4920	5,446776
53	5	4	24	3600	6	45	2	6780	9840	6,710662
54	5	4	24	3600	6	225	2	7500	9840	6,446865
55	5	4	24	3600	6	90	2	6960	9840	6,642709
56	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
57	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
58	9	4	43	6450	11	90	2	12460	17760	7,428574
59	9	4	43	6450	11	405	2	13720	17760	7,116045
60	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
61	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
62	9	3	32	4800	8	90	2	9160	13250	7,2111
63	9	3	32	4800	8	315	2	10060	13250	6,928304
64	9	3	32	4800	8	180	2	9520	13250	7,095256
65	11	3	59	8850	15	270	2	17580	24450	7,547768
66	11	2	39	5850	10	360	1	12440	16250	7,556007
67	11	2	39	5850	10	270	1	12080	16250	7,662901
68	11	1	19	2850	5	360	1	6940	8050	6,449399
69	11	2	39	5850	10	90	1	11360	16250	7,886027
70	11	2	39	5850	10	45	1	11180	16250	7,943854
71	11	4	79	11850	20	495	2	23980	32780	7,760591
72	12	4	86	12900	22	225	2	25100	35650	8,050939
73	5	6	36	5400	9	225	3	10800	14890	6,904808
74	5	6	36	5400	9	45	3	10080	14890	7,102421
75	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
76	5	4	24	3600	6	225	2	7500	9840	6,446865
77	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
78	5	8	48	7200	12	180	4	13920	19810	7,16584
79	5	4	24	3600	6	135	2	7140	9840	6,576119
80	9	2	21	3150	6	315	1	7860	8740	6,110656
81	5	4	24	3600	6	90	2	6960	9840	6,642709
82	5	8	48	7200	12	180	4	13920	19810	7,16584
83	5	6	36	5400	9	180	3	10620	14890	6,953173
84	5	6	36	5400	9	45	3	10080	14890	7,102421
85	5	6	36	5400	9	180	3	10620	14890	6,953173

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
86	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
87	5	6	36	5400	9	225	3	10800	14890	6,904808
88	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
89	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
90	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
91	5	8	48	7200	12	45	4	13380	19810	7,284414
92	5	6	36	5400	9	225	3	10800	14890	6,904808
93	5	6	36	5400	9	45	3	10080	14890	7,102421
94	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
95	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
96	5	4	24	3600	6	135	2	7140	9840	6,576119
97	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
98	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
99	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
100	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
101	5	8	48	7200	12	135	4	13740	19810	7,204933
102	5	6	36	5400	9	180	3	10620	14890	6,953173
103	5	4	24	3600	6	225	2	7500	9840	6,446865
104	5	4	24	3600	6	135	2	7140	9840	6,576119
105	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
106	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
107	5	6	36	5400	9	45	3	10080	14890	7,102421
108	5	6	36	5400	9	225	3	10800	14890	6,904808
109	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
110	5	6	36	5400	9	90	3	10260	14890	7,051965
111	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
112	5	6	36	5400	9	45	3	10080	14890	7,102421
113	5	4	24	3600	6	90	2	6960	9840	6,642709
114	5	2	12	1800	3	90	1	3660	4920	5,73235
115	11	4	79	11850	20	270	2	23080	32780	7,90088
116	9	6	64	9600	16	135	3	18140	26630	7,321804
117	9	6	64	9600	16	180	3	18320	26630	7,291732
118	11	2	39	5850	10	405	1	12620	16250	7,503671
119	9	5	54	8100	14	270	3	16480	22270	6,915236
120	9	2	21	3150	6	45	1	6780	8740	6,520985
121	5	4	24	3600	6	225	2	7500	9840	6,446865
122	5	4	24	3600	6	45	2	6780	9840	6,710662
123	5	4	24	3600	6	225	2	7500	9840	6,446865
124	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
125	9	4	43	6450	11	90	2	12460	17760	7,428574
126	9	8	86	12900	22	360	4	25640	35650	7,366877
127	9	4	43	6450	11	315	2	13360	17760	7,202623
128	9	3	32	4800	8	135	2	9340	13250	7,152709
129	9	4	43	6450	11	90	2	12460	17760	7,428574
130	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
131	9	2	21	3150	6	135	1	7140	8740	6,37822
132	9	4	43	6450	11	90	2	12460	17760	7,428574
133	9	2	21	3150	6	360	1	8040	8740	6,047236
134	9	4	43	6450	11	90	2	12460	17760	7,428574
135	5	4	24	3600	6	225	2	7500	9840	6,446865
136	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
137	9	4	43	6450	11	360	2	13540	17760	7,159072
138	9	4	43	6450	11	225	2	13000	17760	7,291334
139	9	4	43	6450	11	360	2	13540	17760	7,159072
140	9	4	43	6450	11	90	2	12460	17760	7,428574
141	9	4	43	6450	11	270	2	13180	17760	7,246707
142	9	4	43	6450	11	360	2	13540	17760	7,159072
143	5	4	24	3600	6	180	2	7320	9840	6,51085
144	9	8	86	12900	22	315	4	25460	35650	7,389783
145	15	2	54	8100	14	270	1	16480	22270	7,482717
146	10	12	216	32400	54	315	6	60660	89470	8,009574
147	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
148	9	4	43	6450	11	360	2	13540	17760	7,159072
149	9	4	43	6450	11	180	2	12820	17760	7,336514
150	10	4	72	10800	18	135	2	20340	29780	7,831388
151	9	2	21	3150	6	315	1	7860	8740	6,110656
152	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
153	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
154	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
155	9	4	43	6450	11	180	2	12820	17760	7,336514
156	5	6	36	5400	9	225	3	10800	14890	6,904808
157	5	6	36	5400	9	135	3	10440	14890	7,00222
158	5	4	24	3600	6	45	2	6780	9840	6,710662
159	9	4	43	6450	11	270	2	13180	17760	7,246707
160	9	2	21	3150	6	225	1	7500	8740	6,241572
161	9	4	43	6450	11	225	2	13000	17760	7,291334
162	9	2	21	3150	6	90	1	6960	8740	6,448812
163	9	2	21	3150	6	360	1	8040	8740	6,047236
164	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
165	9	4	43	6450	11	315	2	13360	17760	7,202623
166	9	4	43	6450	11	225	2	13000	17760	7,291334
167	9	2	21	3150	6	225	1	7500	8740	6,241572
168	9	4	43	6450	11	90	2	12460	17760	7,428574
169	9	4	43	6450	11	225	2	13000	17760	7,291334
170	9	2	21	3150	6	135	1	7140	8740	6,37822
171	9	4	43	6450	11	360	2	13540	17760	7,159072
172	9	4	43	6450	11	360	2	13540	17760	7,159072
173	9	2	21	3150	6	45	1	6780	8740	6,520985
174	9	4	43	6450	11	180	2	12820	17760	7,336514
175	9	4	43	6450	11	180	2	12820	17760	7,336514

Кінець таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
176	16	2	57	8550	15	360	1	17940	23760	7,368085
177	16	1	28	4200	7	315	1	8960	11740	7,23383
178	9	4	43	6450	11	270	2	13180	17760	7,246707
179	9	3	32	4800	8	180	2	9520	13250	7,095256
180	9	2	21	3150	6	405	1	8220	8740	5,985119
181	9	2	21	3150	6	270	1	7680	8740	6,17542
182	9	3	32	4800	8	135	2	9340	13250	7,152709
183	9	2	21	3150	6	180	1	7320	8740	6,309156
184	5	2	12	1800	3	225	1	4200	4920	5,446776
185	5	2	12	1800	3	135	1	3840	4920	5,633889
186	9	4	43	6450	11	315	2	13360	17760	7,202623
187	9	4	43	6450	11	45	2	12280	17760	7,475476
188	9	2	21	3150	6	270	1	7680	8740	6,17542
189	9	2	21	3150	6	90	1	6960	8740	6,448812
190	9	2	21	3150	6	405	1	8220	8740	5,985119
191	9	2	21	3150	6	90	1	6960	8740	6,448812
192	9	2	21	3150	6	405	1	8220	8740	5,985119
193	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
194	9	2	21	3150	6	360	1	8040	8740	6,047236
195	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
196	9	2	21	3150	6	360	1	8040	8740	6,047236
197	9	4	43	6450	11	360	2	13540	17760	7,159072
198	9	2	21	3150	6	45	1	6780	8740	6,520985
199	9	4	43	6450	11	45	2	12280	17760	7,475476
200	9	4	43	6450	11	135	2	12640	17760	7,382257
201	9	2	21	3150	6	315	1	7860	8740	6,110656
202	9	4	43	6450	11	90	2	12460	17760	7,428574

Далі необхідно провести подібні розрахунки для телебачення.

В наступній таблиці зображені усі необхідні матеріали для забезпечення послугами усіх потенційних абонентів нашої компанії задля того щоб чітко розрахувати наші витрати. Номери будинків співпадають з переліком будинків у розділі 2.1.

Таблиця 3.2 — Розрахунки на витрати підключення будинку до телебачення

Номер	Поверхів	Під'їздів	Абов. Телебачення	Дохід телебачення	Кількість приймачів	Метрів RG11	Метрів RG6	Боксів малих	F6 коннекторів	F11 коннекторів	Витрати телебачення	Надходження	Вага
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,710662
2	5	5	61	7930	1	85	915	10	122	20	13112,4	7930	6,538549
3	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,446865
4	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,446865
5	5	12	146	18980	2	190	2190	24	292	48	30042,24	18980	7,118407
6	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,629829
7	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,744638
8	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,744638
9	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,744638
10	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,744638
11	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,520444
12	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,520444
13	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,629829
14	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,744638
15	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,629829
16	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,629829
17	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,520444
18	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,629829
19	5	2	24	3120	1	40	360	4	48	8	6639,44	3120	5,73235
20	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
21	5	2	24	3120	1	40	360	4	48	8	6639,44	3120	5,73235
22	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,642709
23	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,744638
24	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,520444
25	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,520444
26	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,629829
27	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,520444
28	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,520444
29	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,744638
30	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,520444
31	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,744638
32	3	2	14	1820	1	28	210	2	28	4	4878,72	1820	4,744638
33	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,710662
34	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
35	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,576119
36	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
37	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
38	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,127168
39	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,204933
40	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,127168

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
41	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,244456
42	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,953173
43	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,953173
44	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
45	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,244456
46	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
47	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,284414
48	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,204933
49	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,244456
50	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
51	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,446865
52	5	2	24	3120	1	40	360	4	48	8	6639,44	3120	5,446776
53	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,710662
54	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,446865
55	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,642709
56	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
57	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
58	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,428574
59	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,116045
60	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
61	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
62	9	3	65	8450	1	91	975	9	130	18	12889,34	8450	7,2111
63	9	3	65	8450	1	91	975	9	130	18	12889,34	8450	6,928304
64	9	3	65	8450	1	91	975	9	130	18	12889,34	8450	7,095256
65	11	3	120	15600	2	109	1800	12	240	24	21292,42	15600	7,547768
66	11	2	80	10400	1	76	1200	8	160	16	13367,28	10400	7,556007
67	11	2	80	10400	1	76	1200	8	160	16	13367,28	10400	7,662901
68	11	1	40	5200	1	43	600	4	80	8	8038,14	5200	6,449399
69	11	2	80	10400	1	76	1200	8	160	16	13367,28	10400	7,886027
70	11	2	80	10400	1	76	1200	8	160	16	13367,28	10400	7,943854
71	11	4	161	20930	2	142	2415	16	322	32	26706,86	20930	7,760591
72	12	4	175	22750	2	154	2625	16	350	32	28036,66	22750	8,050939
73	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,904808
74	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,102421
75	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
76	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,446865
77	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
78	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,16584
79	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,576119
80	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,110656
81	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,642709
82	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,16584
83	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,953173
84	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,102421
85	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,953173

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
86	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
87	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,904808
88	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
89	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
90	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
91	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,284414
92	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,904808
93	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,102421
94	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
95	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
96	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,576119
97	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
98	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
99	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
100	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
101	5	8	97	12610	1	130	1455	16	194	32	19254,06	12610	7,204933
102	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,953173
103	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,446865
104	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,576119
105	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
106	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
107	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,102421
108	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,904808
109	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
110	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,051965
111	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
112	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,102421
113	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,642709
114	5	2	24	3120	1	40	360	4	48	8	6639,44	3120	5,73235
115	11	4	161	20930	2	142	2415	16	322	32	26706,86	20930	7,90088
116	9	6	131	17030	2	172	1965	18	262	36	25504,98	17030	7,321804
117	9	6	131	17030	2	172	1965	18	262	36	25504,98	17030	7,291732
118	11	2	80	10400	1	76	1200	8	160	16	13367,28	10400	7,503671
119	9	5	109	14170	2	145	1635	15	218	30	22165,1	14170	6,915236
120	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,520985
121	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,446865
122	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,710662
123	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,446865
124	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
125	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,428574
126	9	8	175	22750	2	226	2625	24	350	48	32430,74	22750	7,366877
127	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,202623
128	9	3	65	8450	1	91	975	9	130	18	12889,34	8450	7,152709
129	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,428574
130	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
131	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,37822
132	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,428574
133	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,047236
134	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,428574
135	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,446865
136	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
137	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,159072
138	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,291334
139	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,159072
140	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,428574
141	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,246707
142	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,159072
143	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,51085
144	9	8	175	22750	2	226	2625	24	350	48	32430,74	22750	7,389783
145	15	2	109	14170	2	100	1635	10	218	20	19234,3	14170	7,482717
146	10	12	439	57070	5	370	6585	48	878	96	73384,58	57070	8,009574
147	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
148	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,159072
149	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,336514
150	10	4	146	18980	2	130	2190	16	292	32	25291,76	18980	7,831388
151	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,110656
152	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
153	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
154	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
155	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,336514
156	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	6,904808
157	5	6	73	9490	1	100	1095	12	146	24	15077,62	9490	7,00222
158	5	4	48	6240	1	70	720	8	96	16	10815,88	6240	6,710662
159	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,246707
160	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,241572
161	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,291334
162	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,448812
163	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,047236
164	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
165	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,202623
166	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,291334
167	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,241572
168	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,428574
169	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,291334
170	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,37822
171	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,159072
172	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,159072
173	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,520985
174	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,336514
175	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,336514

Кінець таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
176	16	2	117	15210	2	106	1755	12	234	24	20756,62	15210	7,368085
177	16	1	58	7540	1	58	870	6	116	12	10515,16	7540	7,23383
178	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,246707
179	9	3	65	8450	1	91	975	9	130	18	12889,34	8450	7,095256
180	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	5,985119
181	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,17542
182	9	3	65	8450	1	91	975	9	130	18	12889,34	8450	7,152709
183	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,309156
184	5	2	24	3120	1	40	360	4	48	8	6639,44	3120	5,446776
185	5	2	24	3120	1	40	360	4	48	8	6639,44	3120	5,633889
186	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,202623
187	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,475476
188	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,17542
189	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,448812
190	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	5,985119
191	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,448812
192	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	5,985119
193	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
194	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,047236
195	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
196	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,047236
197	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,159072
198	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,520985
199	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,475476
200	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,382257
201	9	2	43	5590	1	64	645	6	86	12	9303,46	5590	6,110656
202	9	4	87	11310	1	118	1305	12	174	24	16229,22	11310	7,428574

Використовуючи коефіцієнт та вищевказані матриці побудуємо граф:

Рисунок 3.3 — Граф для нашого району, де вершини – будинки, а ребра – можливі шляхи для прокладання кабелів

Отже, ми будемо проводити два дослідження з цими вхідними даними. Перше – ми робимо знижку 30% всім новим абонентам з даного району (а вони всі нові), друге – ми працюємо без знижки.

Оскільки у розділі 1.5 проводилися дослідження доцільності акцій та охоплення аудиторії, то наше дослідження показало, що бездумні акції робити – неправильно. Знижуючи ціну на послуги ми не тільки збільшуємо кількість абонентів, а й витрати на їх підключення. Результати представлені у таблицях.

Таблиця 3.3. Прохід програми при наявності акції

Місяць	Бюджет	Дохід	Витрати	Абоненти інтернету	Абоненти телебачення
1	100000	27664	134978	117	169
2	100000	61712	155093	261	377
3	61712	87248	117325	369	533
4	87248	117040	138351	495	715
5	117040	129808	61602	549	793
6	129808	172368	197148	729	1053
7	172368	202160	143000	855	1235
8	202160	240464	181419	1017	1469
9	240464	287280	221448	1215	1755
10	287280	351120	300519	1485	2145
11	351120	427728	361503	1809	2613
12	427728	509443	385982	2154	3112
13	509443	1024164	938906	2746	4708
14	1024164	1228788	683126	3295	5649
15	1228788	1611414	1270043	4321	7408
16	1611414	2065032	1531935	5538	9494
17	2065032	2650194	2035222	7107	12184
18	2650194	2929464	1103656	7856	13468

Таблиця 3.4 Прохід програми при наявності акції

Місяць	Бюджет	Дохід	Витрати	Абоненти інтернету	Абоненти телебачення
1	100000	31918	108913	78	156
2	100000	81180	156323	198	396
3	81180	135300	170635	330	660
4	135300	164820	93929	402	804
5	164820	228780	203973	558	1116
6	228780	287820	189664	702	1404
7	287820	371460	275491	906	1812
8	371460	494460	393206	1206	2412
9	494460	652392	501709	1591	3182
10	652392	975144	1013969	2378	4756
11	975144	1185720	689133	2892	5784
12	1185720	1568004	1246666	3824	7648
13	1568004	2000532	1458019	4891	9782
14	2000532	2590872	1999993	6319	12638
15	2590872	2761104	685015	6734	13468

Результати є дуже цікавими, оскільки ми побудували мережу на 3 місяці раніше за умови відсутності акції. Якщо детальніше розглянути, що вийшло, то маємо наступне: після оголошення знижки на 30% послуги ми отримали приріст 15% серед потенційних абонентів інтернету (45% проти 30%) і 5% серед телебачення (65% проти 60%). Невисокий приріст серед телебачення можна пояснити тим, що компанія є єдиним постачальником цієї послуги, і ці 5% - це люди, яким ця послуга є занадто дорогою, або просто непотрібною, тому що вони її не підключили за звичайних умов.

Після 12-го ж місяця, послуги подорожчали на 30%, і ми відразу отримали відтік 5% серед абонентів телебачення і 10% від інтернету. У 5% нових абонентів ми здобули лояльність і вони залишилися. 10% - це класична частка абонентів, які не засиджуються на одному з провайдерів, а переходять по мірі появи таких нерозумних акцій.

Зобразимо графічно:

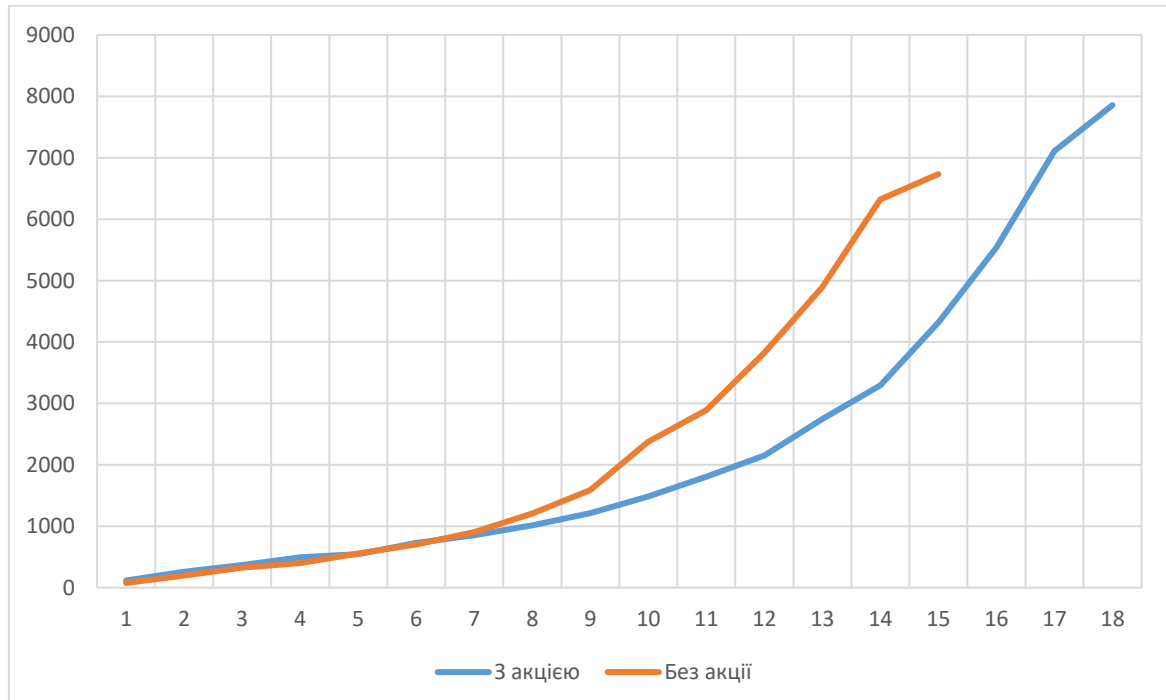


Рисунок 3.3 Кількість абонентів інтернету при стратегії розвитку з акцією та без.

На графіку слід відмітити досить цікавий приріст у стратегії розвитку з акцією, що починається після 12-го місяця. Це можна пояснити тим, що не

дивлячись на те, що компанія втратить близько 10% абонентської бази, прибуток від абонентів, що залишилися, збільшиться на 30%, тому компанія буде мати змогу підключити ще більше абонентів.

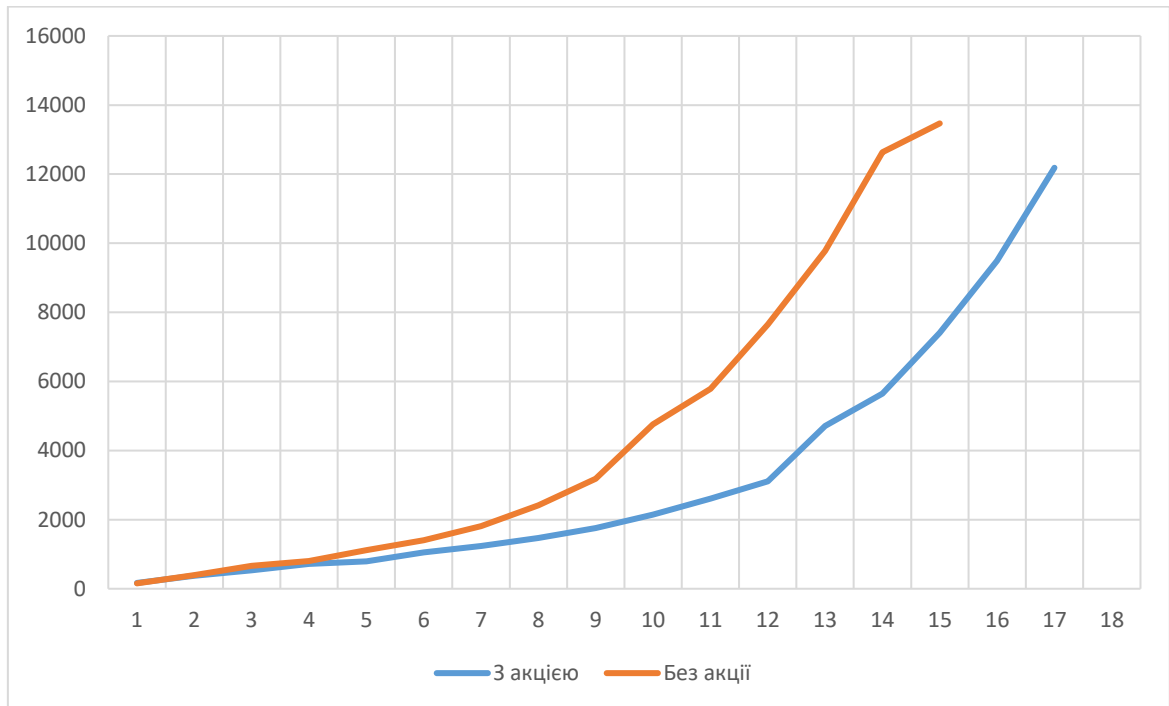


Рисунок 3.4 Кількість абонентів телебачення при стратегії розвитку з акцією та без.

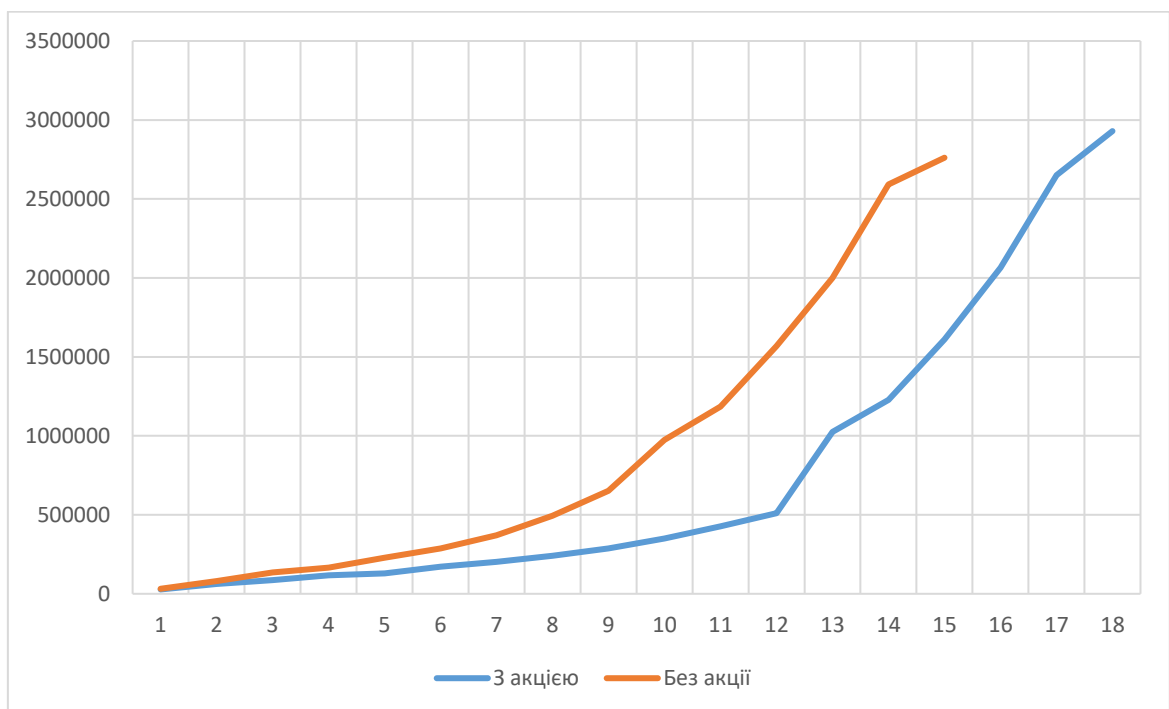


Рисунок 3.5 Щомісячний дохід при стратегії розвитку з акцією та без.

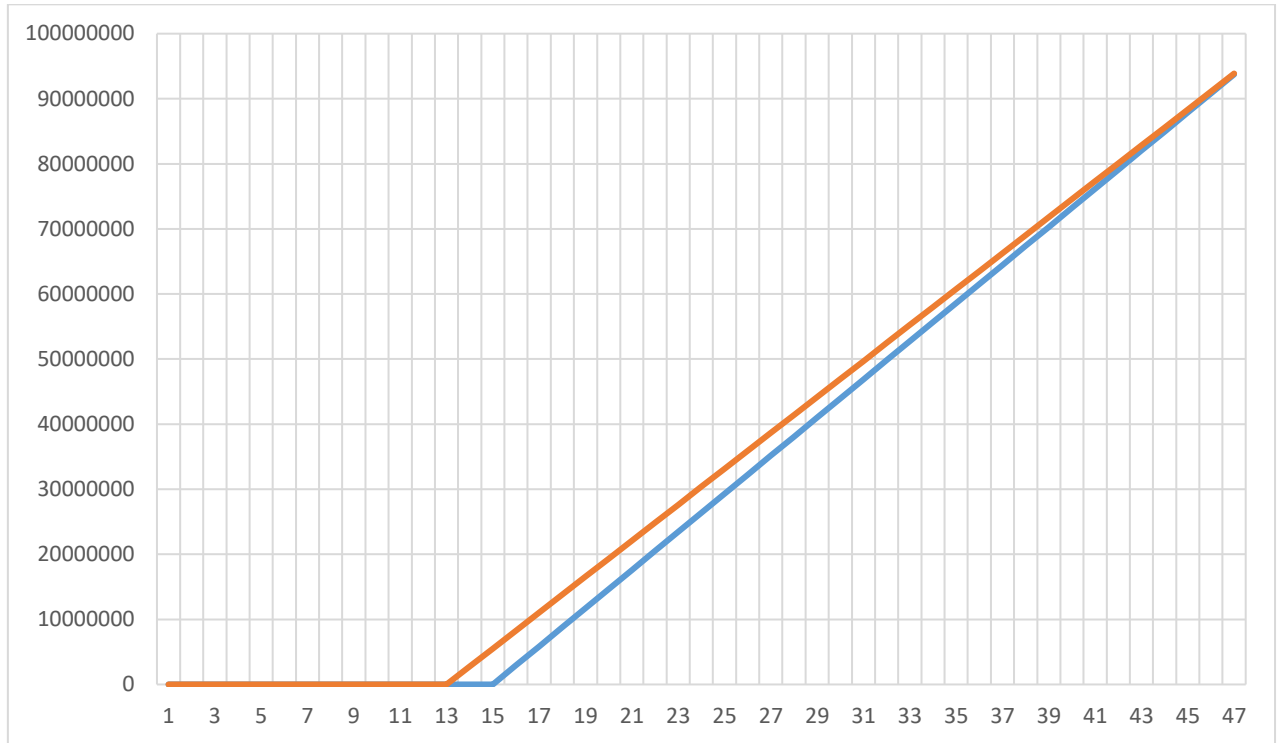


Рисунок 3.6 Кумулятивний графік прибутку.

Далі зображена щомісячна динаміка підключення будинків по графу, у випадку без акцій.

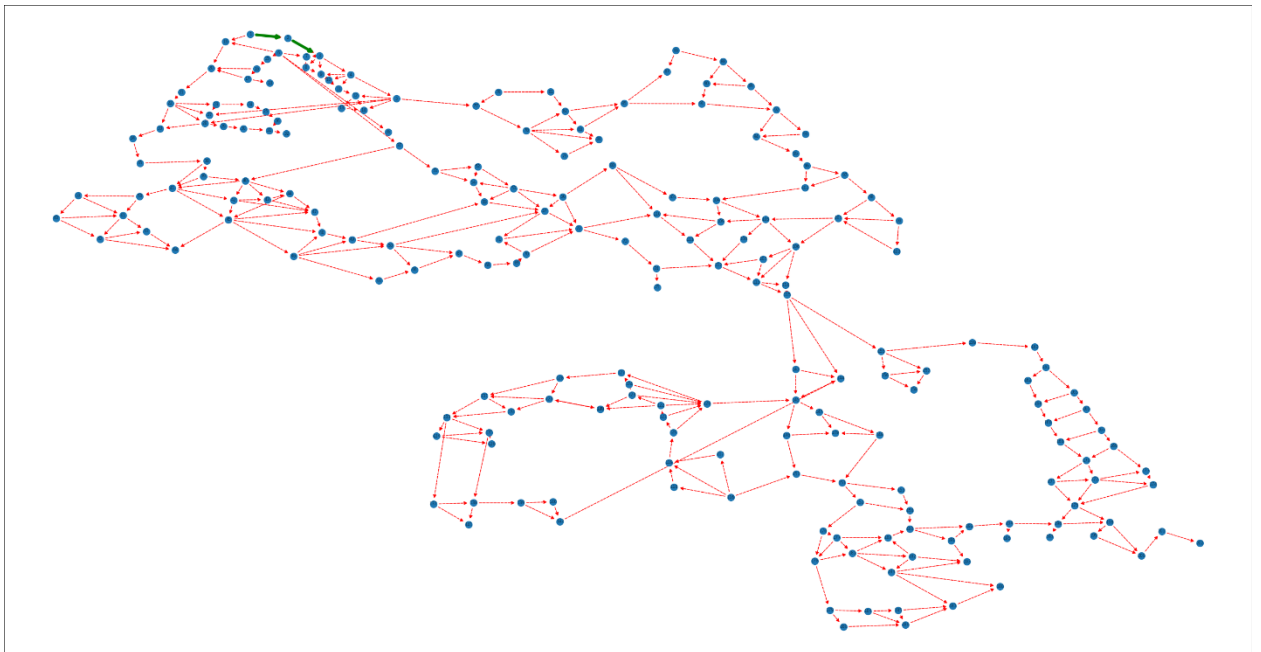


Рисунок 3.7 — Місяць 1

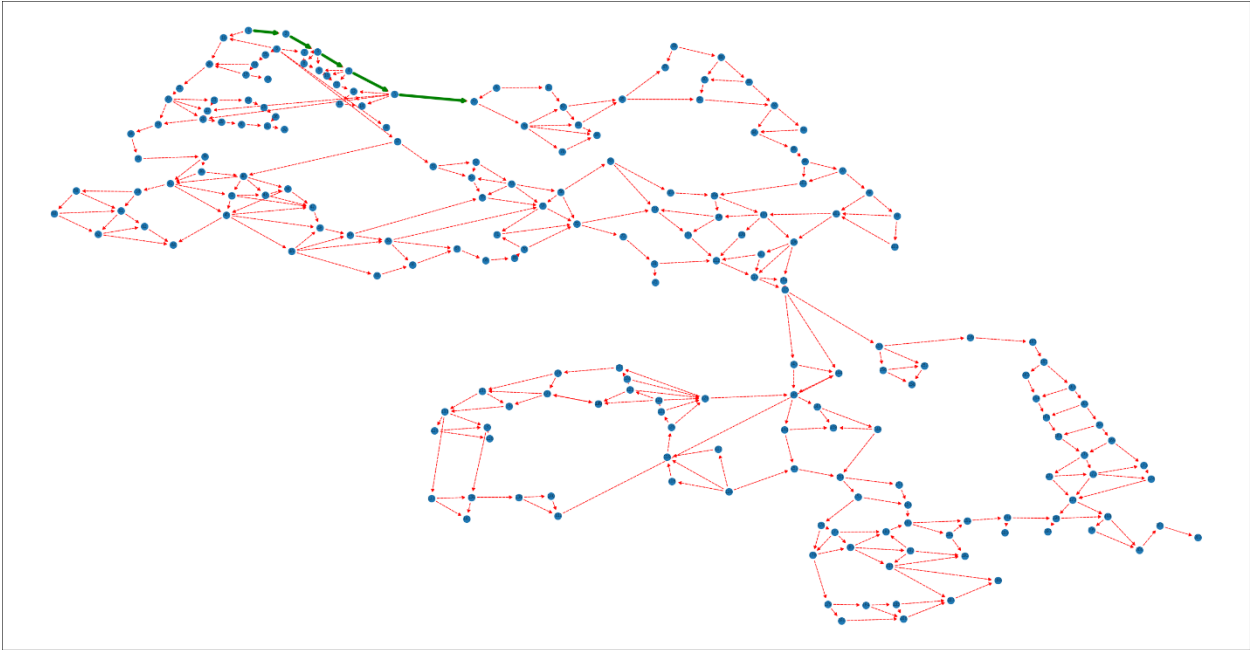


Рисунок 3.8 — Місяць 2

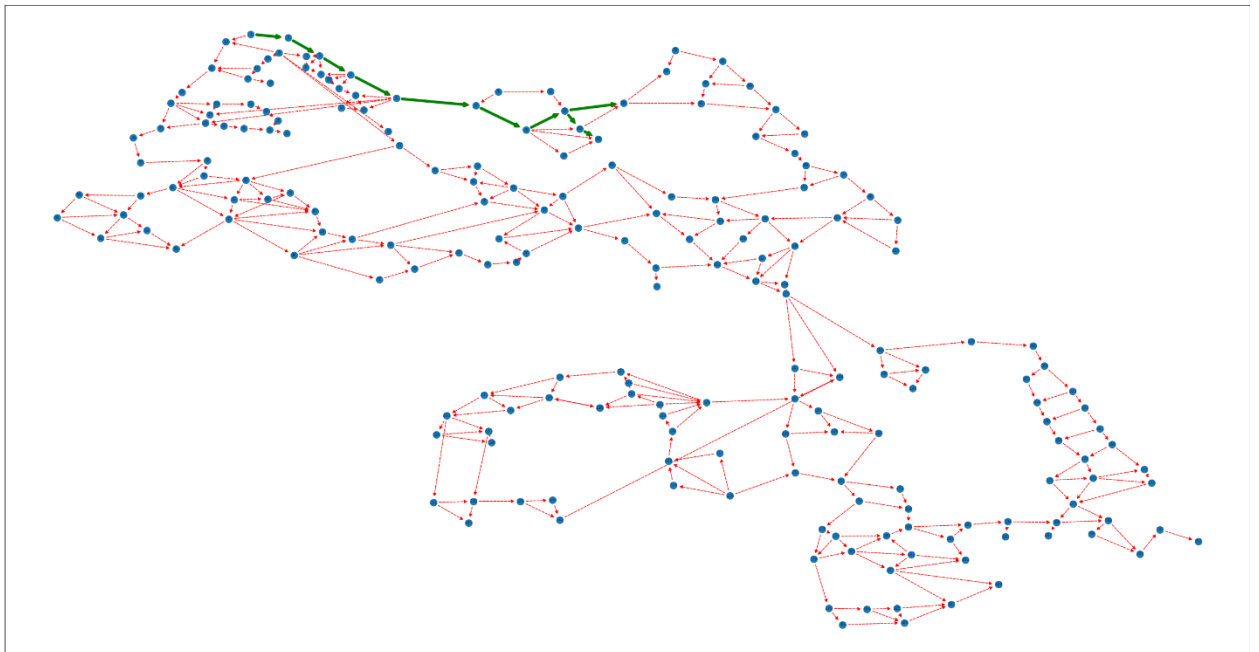


Рисунок 3.9 — Місяць 3

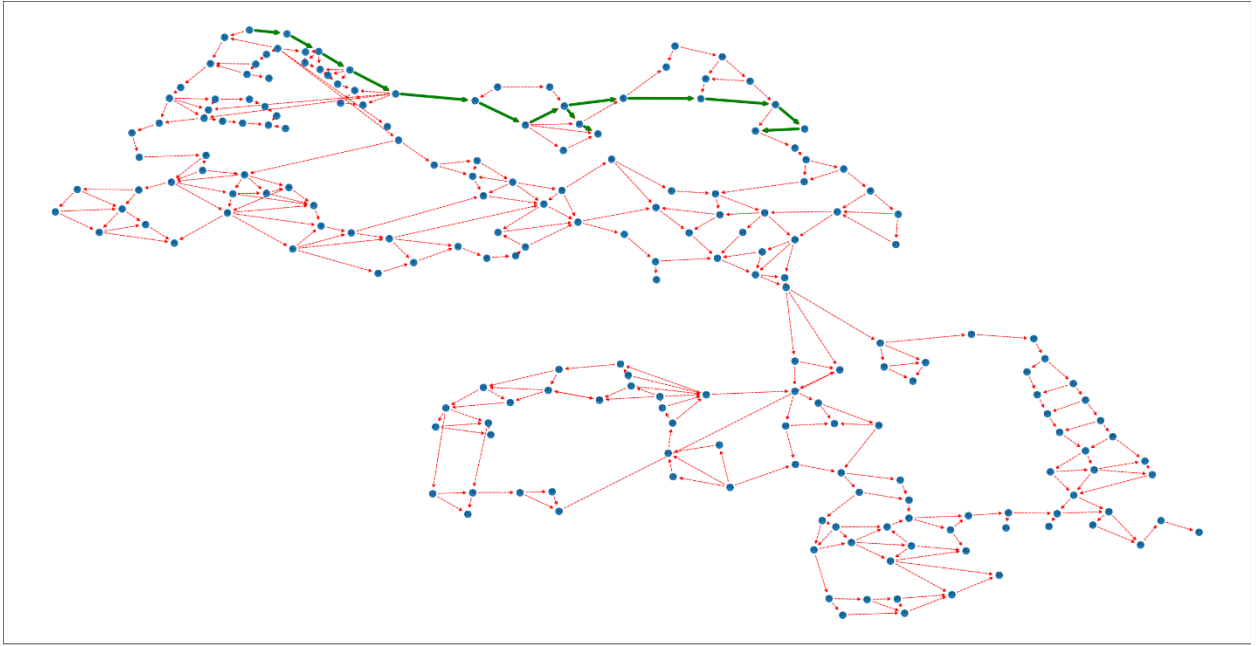


Рисунок 3.10 — Місяць 4

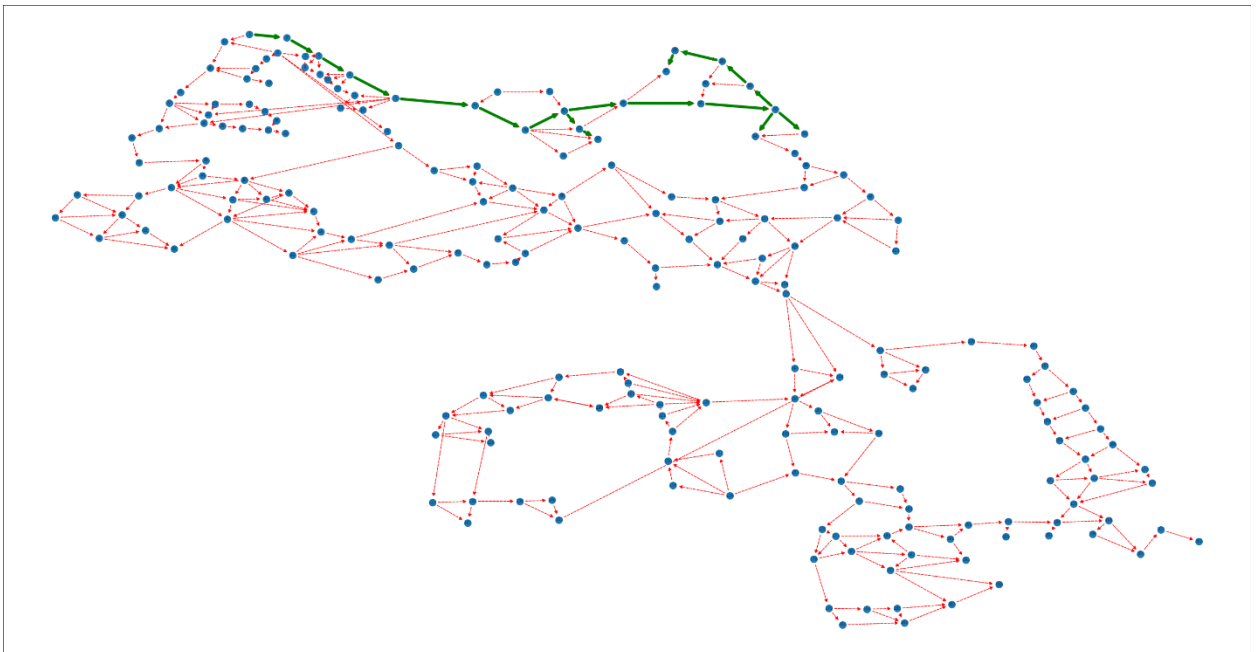


Рисунок 3.11 — Місяць 5

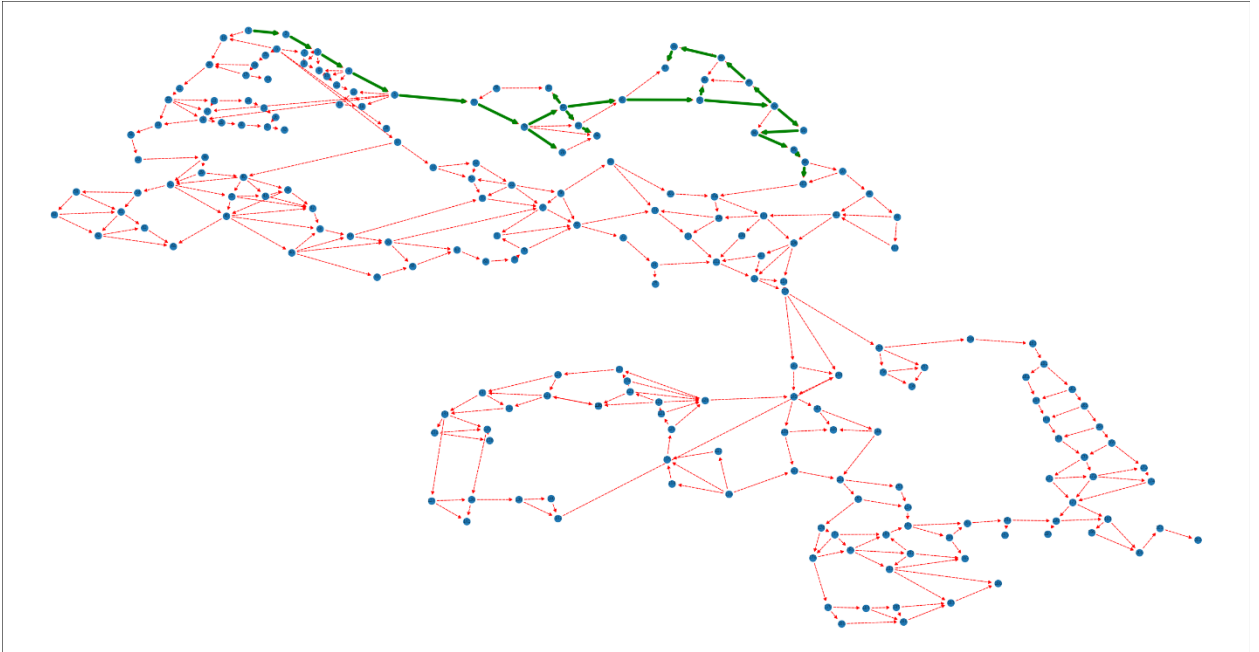


Рисунок 3.12 — Місяць 6

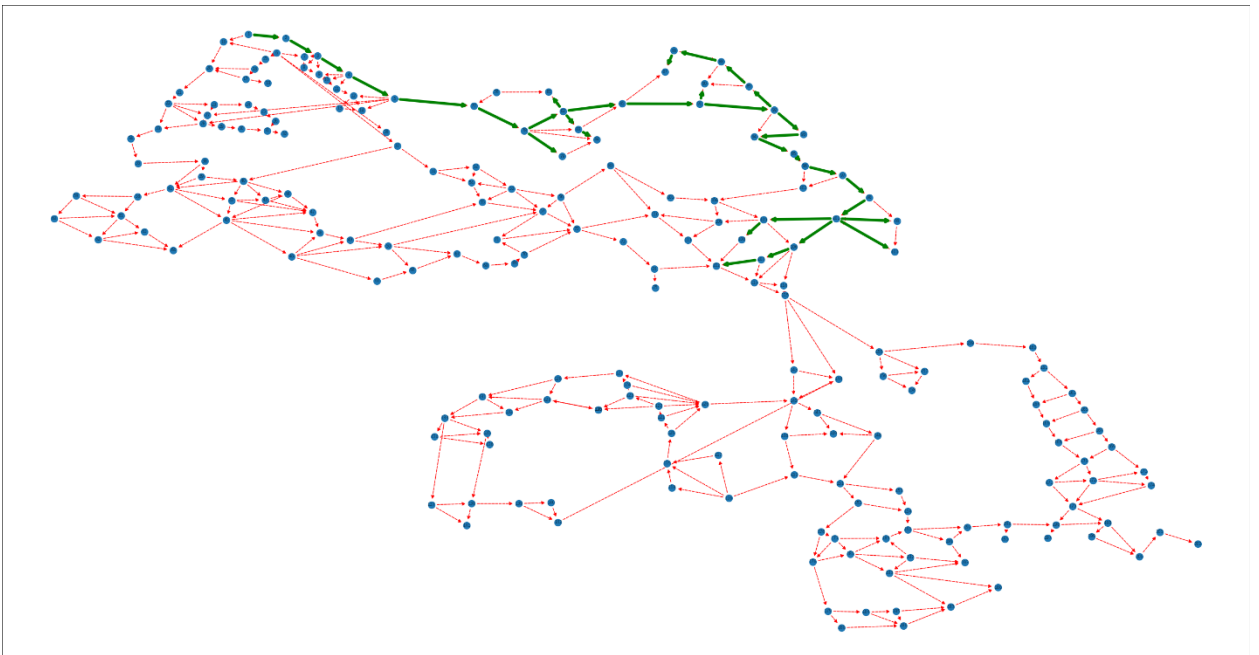


Рисунок 3.13 — Місяць 7

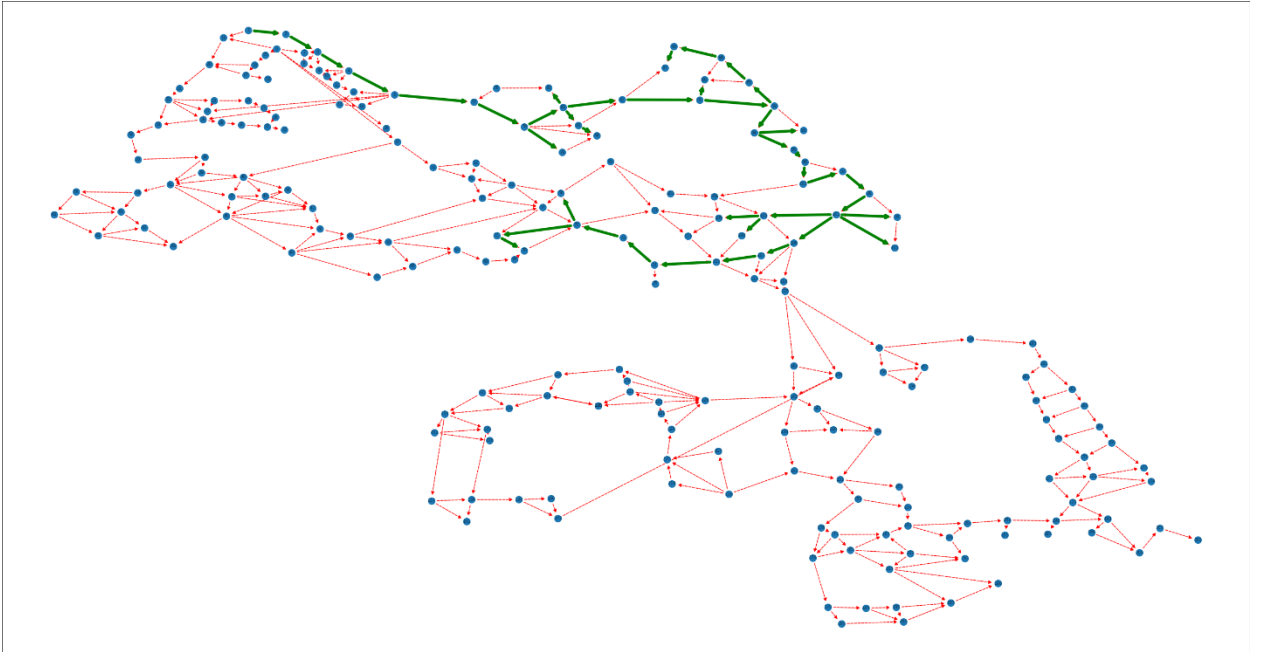


Рисунок 3.14 — Місяць 8

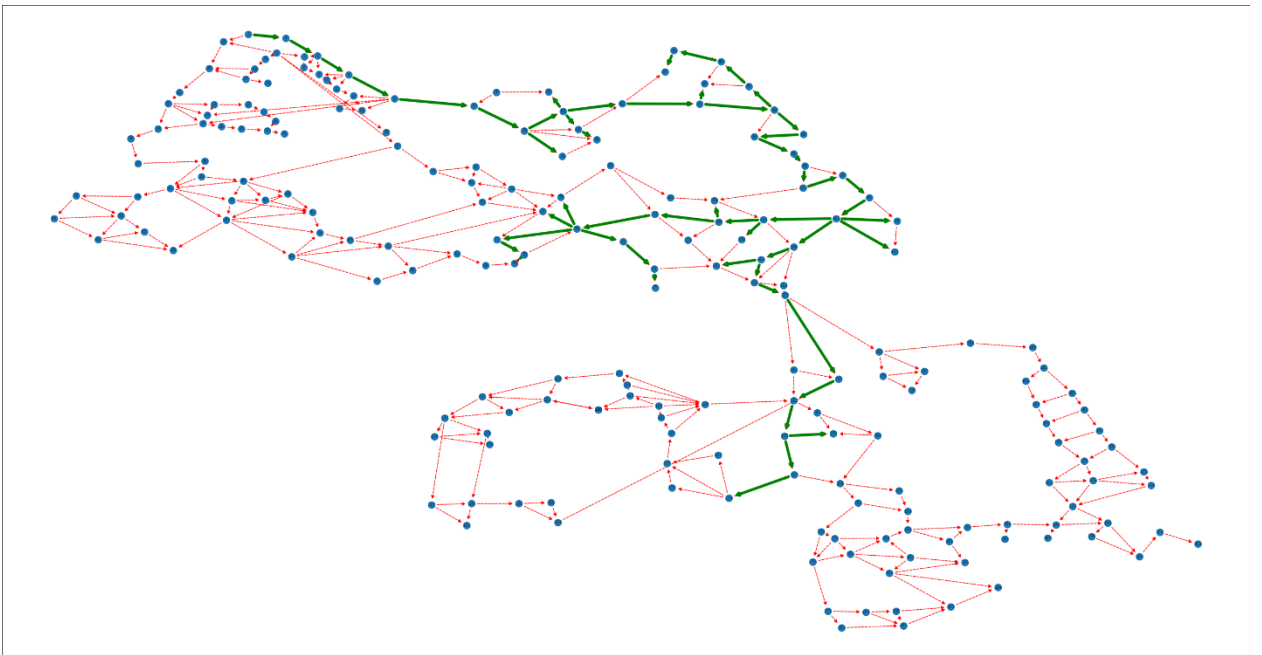


Рисунок 3.15 — Місяць 9

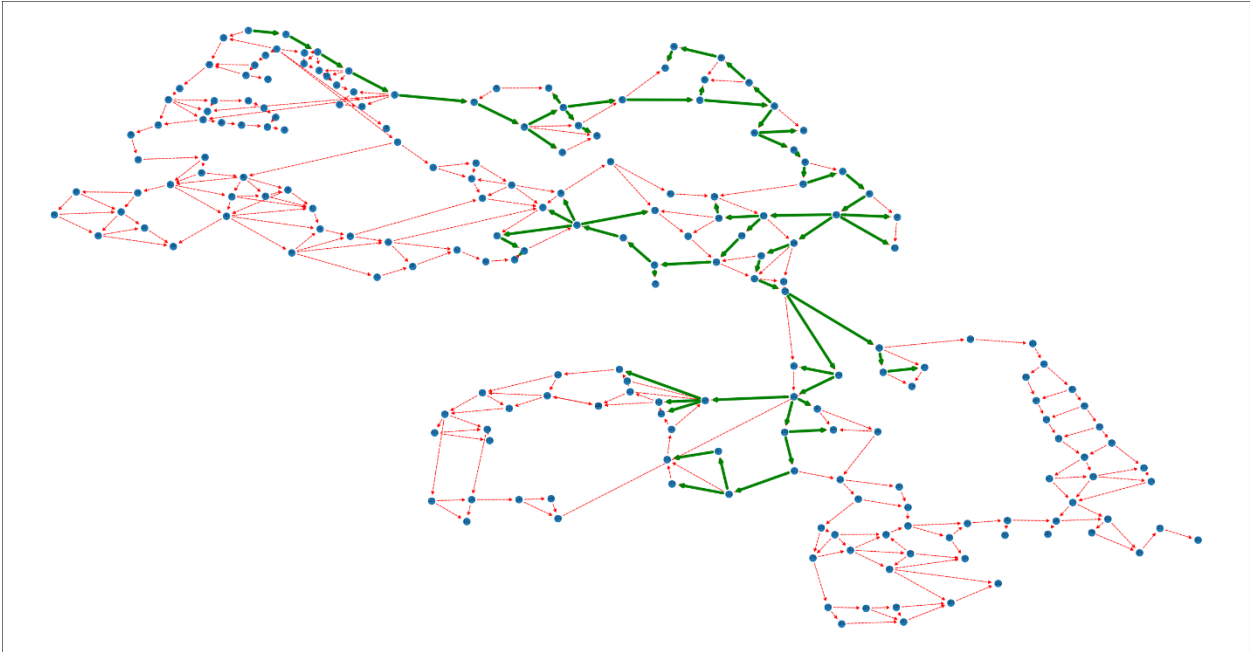


Рисунок 3.16 — Місяць 10

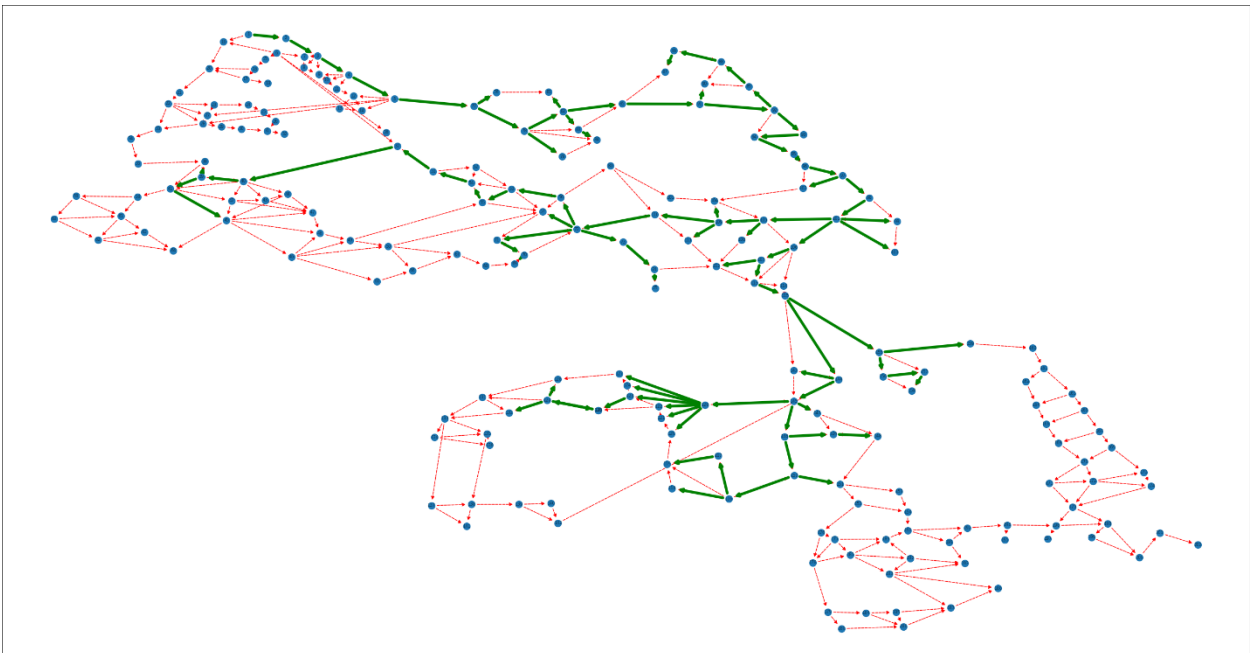


Рисунок 3.17 — Місяць 11

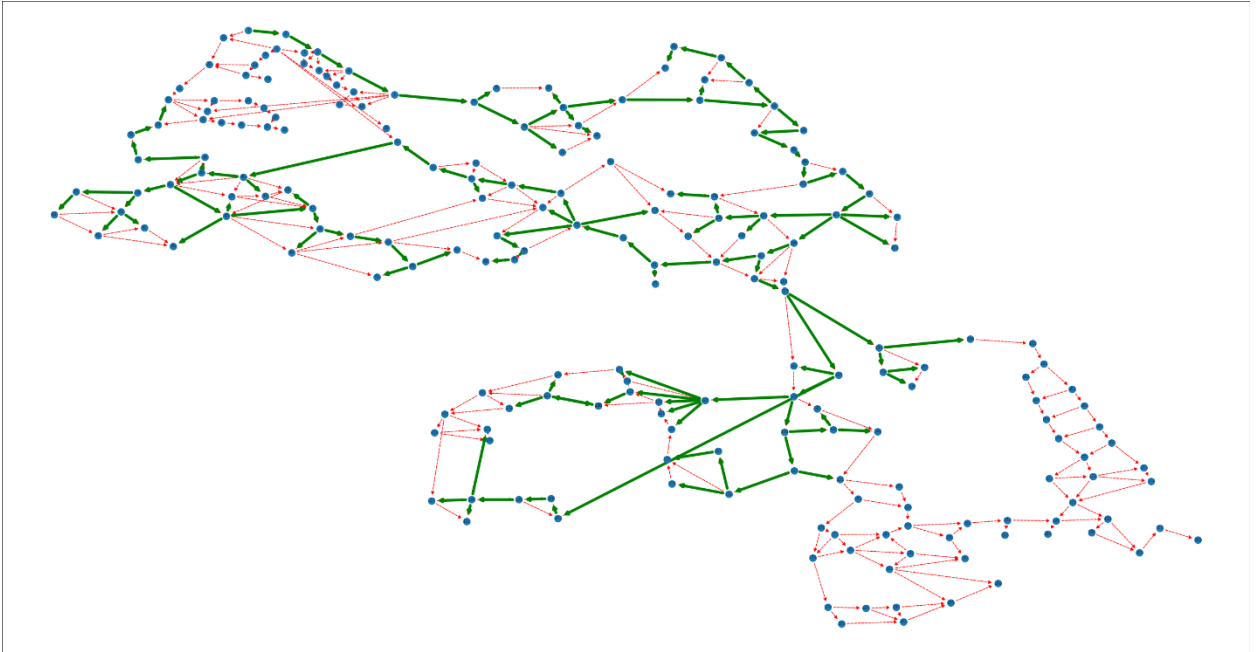


Рисунок 3.18 — Місяць 12

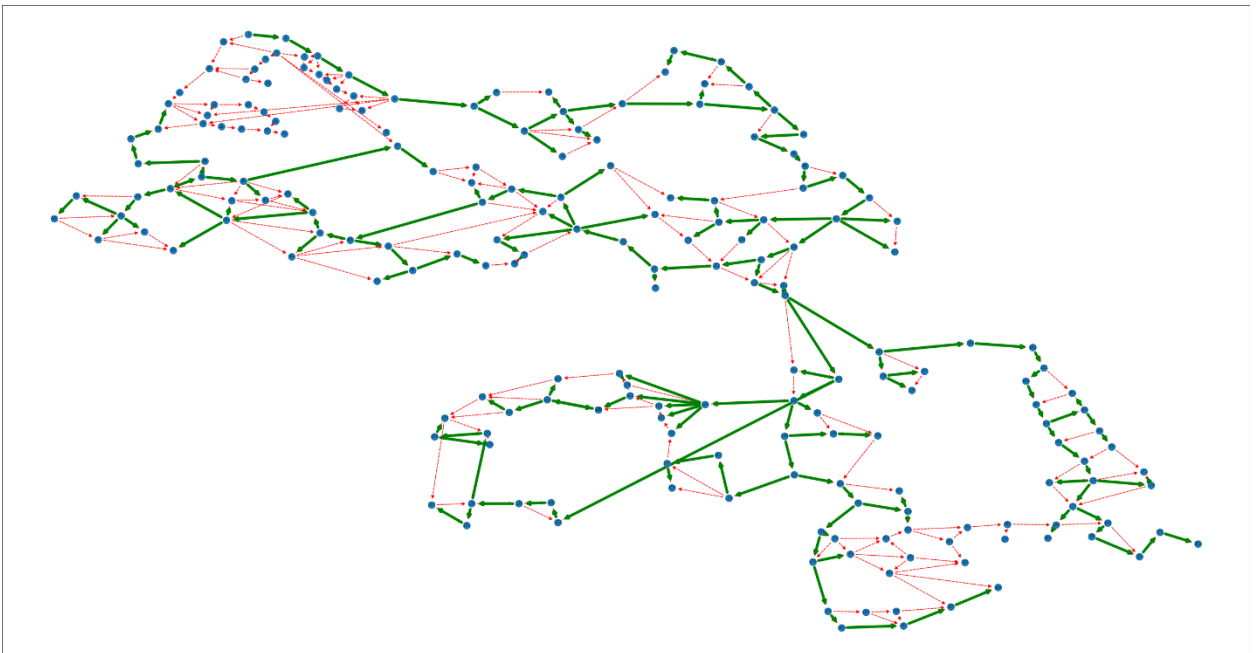


Рисунок 3.19 — Місяць 13

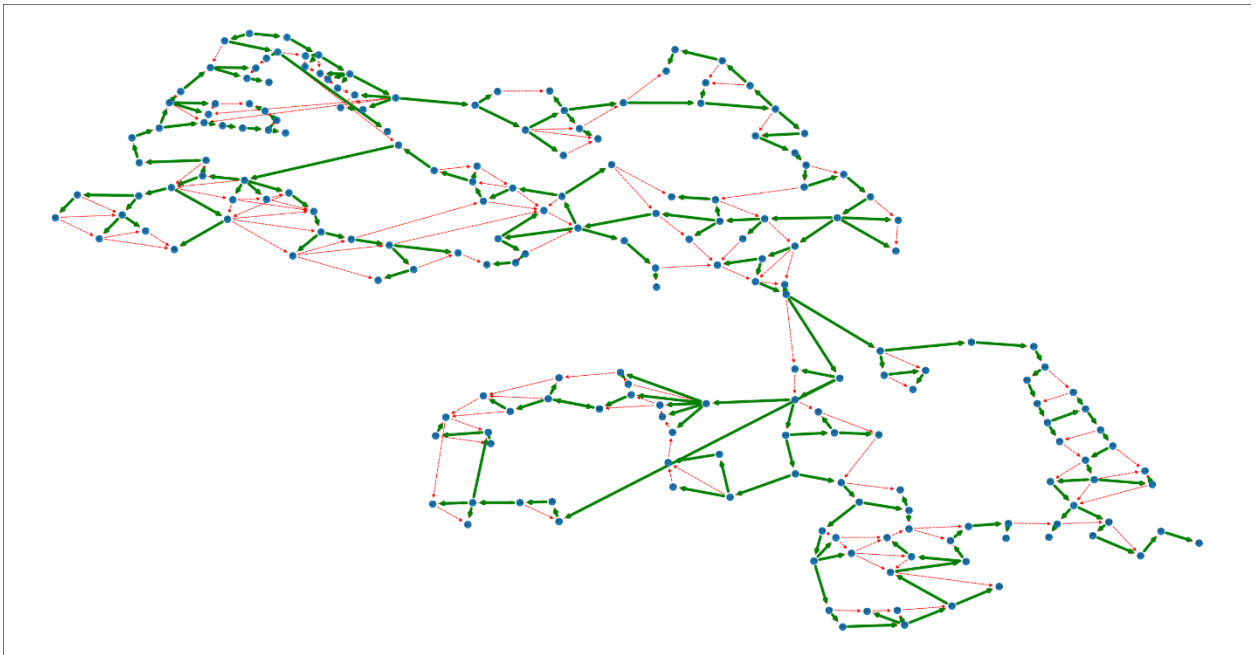


Рисунок 3.20 — Місяць 14

Після завершення роботи програма створює звіт, де вказана черговість підключення будинку, кількість матеріалів, які будуть інстальовані та використані в будинках району, що розглядається. Всього, у нашому обраному районі очікується 6800 абонентів інтернету, 13598 абоненти кабельного телебачення. Для укомплектування району необхідно: 1739 ONU, 203 приймача телебачення, 188128 метр витой пари, 12375 метри RG-11, 203976 метри RG-6. 571 великих бокси, 493 малих. 27196 коннекторів F6, та 1142 коннекторів F11. Витрати на обладнання району кабельним телебаченням становлять 4834968 грн, інтернету – 4543235 грн. Повні витрати на реалізацію проекту становлять 9378203 грн. Доходи за один місяць – 2787672грн.

ВИСНОВКИ

У дисертації проведено дослідження на телекомунікаційному ринку та розроблена модель. Були враховані економічні особливості середовища розвитку, врахована соціологія. Вивчалися можливості застосування теорії графів для вирішення поставленої задачі. Результати роботи показали, що теорія графів – дуже влучне та вдале рішення для вирішення поставленої задачі. Теорія графів дозволила візуально зобразити та побудувати модель у зручному вигляді, що спрощувало подальші дії з ними. Специфіка використання дозволила врахувати економічні аспекти та технологічні тонкощі у нашій моделі, отже результати вийшли досить точними. Для зручності обрахунків був написаний комплекс програмного забезпечення мовою Python. Він дозволяє провести розрахунки максимально точно та швидко, оптимізувати, і головне, автоматизувати процес моделювання. Також після виконання розрахунків будується план-схема оптичної мережі. У роботі широко використовувалися математичні алгоритми з теорії графів.

Отримані результати дають можливість підійти до питання побудови мереж максимально кваліфіковано, крім того можна підрахувати витрати на побудову мережі, та її складові. За допомогою обрахунків також можна розв'язати проблему: які будинки підключати в першу чергу, а які можна відкласти на потім, або взагалі уникати.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Марк Лутц. Программирование на Python / Пер. с англ. — 4-е изд. — СПб.: Символ-Плюс, 2011. — Т. II. — ISBN 978-5-93286-211-7.
2. Доусон М. Програмуємо на Python. — СПб.: Питер, 2012. — 432 с. — ISBN 978-5-459-00314-7.
3. Оре О. Теория графов. — М.: Наука, 1968. — 336 с.
4. Уилсон Р. Введение в теорию графов. — М.: Мир, 1977. — 208 с.
5. Салий В. Н., Богомолов А. М. Алгебраические основы теории дискретных систем. — М.: Физико-математическая литература, 1997. — ISBN 5-02-015033-9.
6. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — С. 1296. — ISBN 0-07-013151-1.
7. Левитин А. В. Глава 9. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ — М.: Вильямс, 2006. — С. 189–195. — 576 с. — ISBN 978-5-8459-0987-9
8. Закон України «Про телекомунікації» // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2004, № 12, ст.155
9. Технологія оптичної мережі PON [стаття Deps.ua]. – 2013. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://deps.ua/ua/knowledge-base/reference-information/item/66122.html>
10. Дунаєва Т.А. Методи дискретної математики при дослідженні економічних систем / Дунаєва Т.А. // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/18288/1/Metody_DM.doc
11. Теорія графів. Обхід графів [електронні лекції Олексія Молчановського]. – 2016. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://github.com/olexiim/dm/tree/master/Лекції/Обхід_графів.dochttps://github.com/olexiim/dm/tree/master/Лекції/Обхід_графів.doc

com/olexiim/dm/tree/master/Лекції/Алгоритми_пошуку_найкоротших_шляхів.doc

12. Теорія графів. Найкоротший шлях в графах [електронні лекції Олексія Молчановського]. – 2016. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://github.com/olexiim/dm/tree/master/Лекції/Алгоритми_пошуку_найкоротших_шляхів.doc
13. Стандарт 802.03ah-2004 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://standards.ieee.org/standard/802_3ah-2004.html
14. Стандарт G.984.1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1/en>
15. Типологія PON [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://deps.ua/knowegable-base-ru/spravochnaya-informatsiya/66121.html>
16. Зиков О. О. Основи теорії графів — М.: «Вузівська книга», 2004. — С. 664. — ISBN 5-9502-0057-8. (М.: Наука, 1987. 383с.)
17. Хімічні програми топології і теорії графів. Під ред. Р. Кінга. Пер. з англ. М.: Мир, 1987.
18. Кірсанов М. Н. Графи в Maple. М.: Физматлит, 2007. 168
19. Крістофідес Н. Теорія графів. Алгоритмічний підхід. М.: Мир, 1978. 429с.
20. Кормен Т. Х. та ін Частина VI. Алгоритми для роботи з графами // Алгоритми: побудова й аналіз = Introduction to Algorithms — 2-е изд .. — М.: Вільямс, 2006. — С. 1296. — ISBN 0-07-013151-1.
21. Оре О. Теорія графів — 2-е изд .. — М.: Наука, 1980. — С. 336.
22. Салій В. Н. Богомолів А. М. Алгебраїчні основи теорії дискретних систем — М.: Фізико-математична література, 1997. — ISBN 5-02-015033-9.
23. Павло Макаров. Теорія та практика продажу (на рос. мові). — Вид. «Квадранал», Сімферополь, 2004. ISBN 966-8400-30-5
24. Організаційно-економічний механізм функціонування оптової торгівлі в ринковому середовищі: монографія / П. О. Куцик, М. Я. Вірт ; УКООПСПІЛКА, Львів. комерц. акад. — Л.: Вид-во Львів. комерц. акад.,

2011. — 320 с. : іл. — Бібліогр.: с. 274—295 (234 назви). — ISBN 978-617-602-027-1

25. Управлінський облік операційної діяльності підприємств оптової торгівлі: монографія / П. О. Куцик, В. І. Бачинський, О. А. Полянська; ред.: П. О. Куцик; Львів. комерц. акад. — Львів: Растр-7, 2015. — 311 с. — Бібліогр.: с. 292—311.

26. Маркетинг: Підручник / В. Руделіус, О. М. Азарян, Н. О. Бабенко та ін: Ред.-упоряд. О. І. Сидоренко, Л. С. Макарова. 2-е вид. — К.: Навчально-видавничий центр «Консоріум із удосконалення менеджмент-освіти в Україні», 2008. — 648 с.

27. Маркетинг: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л. А. Мороз, Н. І. Чухрай ; за ред. Л. А. Мороз ; М-во освіти і науки України. — 4-те вид., без змін. — Л. : Інтелект-Захід, 2009. — 244 с. : іл. — Бібліогр.: с. 239—240 (30 назв). — ISBN 978-966-7597-74-0

28. Маркетинг: Підручник / Гаркавенко С. С. — К.: Лібра, 2002. — 712 с.

29. Маркова В. Маркетинг услуг, М.:Инфра-М,1995

30. Ассэль, Генри. Маркетинг: принципы и стратегия: Учебник для вузов. — М.: ИНФРА — М, 1999. — 804 с.

31. Багиев Г. Л., Тарасевич В. М., Анн Х. Маркетинг: Учебник для вузов / Под общ. ред . Г. Л. Багиева. — М.: Экономика, 1999. — 703 с.

32. Вайсман А. Стратегия маркетинга: 10 шагов к успеху. Стратегия менеджмента: 5 факторов успеха / Пер. с нем. — М.: Интерэксперт, Экономика, 1995. — 344 с.

33. Дайан А., Букерель Ф., Ланкар Б. Академия рынка: Маркетинг / Пер. с фр. — М.: Экономика, 1993.

34. Диксон Питер Р. Управление маркетингом / Пер. с англ.; Под общ. ред. Ю. В. Шлёнова. — М.: Бином, 1998. — 556 с.

35. Дойль П. Менеджмент: Стратегия и тактика. — СПб: Питер, 1999. — 560 с.

36. Кондратик Л. Й. Історія соціології України в іменах: Навч. посібник / Волинський держ. ун-т ім. Лесі Українки, Ін-т соціальних наук; Відп. ред. Г. О. Юхимчук. — Луцьк: Вид-во ВДУ, 1996. — 105 с.
37. Мартинов А. Ю. Історична соціологія // Енциклопедія історії України : у 10 т. / редкол.: В. А. Смолій (голова) та ін. ; Інститут історії України НАН України. — К. : Наук. думка, 2005. — Т. 3 : Е — Й. — С. 572. — 672 с. : іл. — ISBN 966-00-0610-1.
38. Лапан Т. Д. Історія соціології. Ч. I. Навчальний посібник. — Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. — 236 с.
39. Соціологія і журналістика: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І. М. Лубкович; Львів. нац. ун-т ім. І.Франка. — Л., 2002. — 159 с.
40. Соціологія : підручник / М. П. Козирєв ; Львів. держ. ун-т внутр. справ. — Львів : Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2016. — 655 с. — Бібліогр.: с. 645—655 (202 назви). — ISBN 978-617-511-222-9
41. Лозинський В.Т., Міщук І.П. Формування сучасних систем дистрибуції товарів: проблеми теорії і практики // Логістика : [збіник наукових праць] / відповідальний редактор Є. В. Крикавський. - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2010. - 780 с. - (Вісник / Національний університет "Львівська політехніка" ; № 690).- С. 95-103.
42. Руделіус В. Маркетинг / В. Руделіус, О.М. Азарян, О.А. Виноградов, Т.В. Гавриленко, Н.Ю. Глинський, Т.В. Данько та ін: Ред.-упор. О.І. Сидоренко, П.С. Редько // К.: Навчально-методичний центр «Консорціум із удосконалення менеджмент-освіти в Україні». — 2005. — 422 с.
43. Котлер Ф. Маркетинг-менеджмент: Пер. с англ. // СПб.: Питер. - 2000. — 752 с.

ДОДАТОК А КОД ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Код:

```
utp_value = 3
coax11_value = 9.77
coax6_value = 4.38
onu_value = 1000
ctv_value = 2200
f6_conn_value = 3.22
f11_conn_value = 10.53
box_m_value = 226
box_b_value = 348
matterial_value = 1000
ARPU_int = 85
ARPU_tv = 70
import math
import random

from constants import *

class Node(object):
    def __init__(self, y, x, address, floors, porch, number):
        self.x = x
        self.y = y
        self.address = address
        self.floors = floors
        self.porch = porch
        self.number = number
```

```

def process_data(self):
    floors = self.floors
    porch = self.porch
    if self.floors > 9:
        self.pot_i = 6 * 0.3 * porch * floors
        self.pot_tv = 6 * 0.7 * porch * floors
    else:
        self.pot_i = 4 * 0.3 * porch * floors
        self.pot_tv = 4 * 0.7 * porch * floors

    self.p_i = self.pot_i * ARPU_int
    self.p_tv = self.pot_tv * ARPU_tv
    self.sum_onu = math.ceil(self.pot_i / 4)
    self.sum_ctv = math.ceil(self.pot_i / 108)
    self.m_utp = 0
    for _ in range(int(self.pot_i)):
        self.m_utp += random.uniform(1, floors) * 3 + 15
    self.m_coax11 = floors * 3 + porch * 10
    self.m_coax6 = self.pot_tv * 15
    if self.floors < 6:
        self.box_b = math.ceil(porch / 2)
        self.box_m = math.ceil(floors / 3)
    else:
        self.box_b = porch
        self.box_m = math.ceil(floors / 3)
    self.f6_conn = 2 * self.pot_tv
    self.f11_conn = self.box_b * 2
    self.value_tv = self.f11_conn * f11_conn_value + self.f6_conn *
f6_conn_value + self.box_m * box_m_value + \

```

```

        self.box_b * box_b_value + self.m_coax6 * coax6_value +
self.m_coax11 * coax11_value + \
        self.sum_ctv * ctv_value + matterial_value
    self.value_int = self.box_b * box_b_value + self.m_utp * utp_value +
self.sum_onu * onu_value
    self.value = self.value_tv + self.value_int - box_b_value * self.sum_ctv
    self.income = (self.p_i + self.p_tv) * 12
    self.weight = 1 / (self.value / self.income)
# !/usr/bin/env python
import os
from math import sqrt

import openpyxl
import matplotlib.pyplot as plt
import networkx as nx
from openpyxl import Workbook

from elements import Node

G = nx.DiGraph()
KILOMETERS_IN_DEGREE = 111000

def read_file():
    try:

        excel_file = os.path.join(os.path.dirname(__file__), 'in_out.xlsx')
        wb = openpyxl.load_workbook(excel_file)
    except KeyError:
        raise KeyError('No file was sent.')

```

```
except Exception as e:
```

```
    raise Exception('Could not open a file. File should be .xlsx format.
```

```
Original exception is {}'.format(str(e)))
```

```
worksheet = wb.active
```

```
rows = worksheet.rows
```

```
headers = [c.value for c in next(rows) if c.value] # we don't need headers
```

```
return rows
```

```
def compare_min_max(node, min_x, min_y, max_x, max_y):
```

```
    x = node.x
```

```
    y = node.y
```

```
    if x < min_x:
```

```
        min_x = x
```

```
    if x > max_x:
```

```
        max_x = x
```

```
    if y < min_y:
```

```
        min_y = y
```

```
    if y > max_y:
```

```
        max_y = y
```

```
    return min_x, min_y, max_x, max_y
```

```
def calculate_edge_weight(node1: Node, node2: Node, distance):
```

```
    edge_weight = None
```

```
    if node1.value and node1.income and node2.value and node2.income:
```

```
        edge_weight = ((node1.value + distance * 11) / node1.income +
                        (node2.value + distance * 11) / node2.income) / 2
```

```
return edge_weight
```

```
def write_data_to_file(nodes, weights, used):
```

```
    wb = Workbook()
```

```
    dest_filename = 'result_matrix.xlsx'
```

```
    ws1 = wb.active
```

```
    ws1.title = "Result matrix"
```

```
    for row in weights:
```

```
        ws1.append(row)
```

```
    wb.save(filename=dest_filename)
```

```
    header = ['Number', 'Value', 'Address', 'Floors', 'Porch', 'pot_i',
              'pot_tv', 'p_i', 'p_tv', 'sum_onu', 'sum_ctv', 'm_utp',
              'm_coax11', 'm_coax6', 'box_b', 'box_m', 'f6_conn',
              'f11_conn', 'value_tv', 'value_int', 'income', 'weight'
              ]
```

```
    wb2 = Workbook()
```

```
    dest_filename = 'used_nodes.xlsx'
```

```
    ws2 = wb2.active
```

```
    ws2.title = "Used nodes"
```

```
    ws2.append(header)
```

```
    for node_number in used:
```

```
        node = nodes[node_number + 1]
```

```
        ws2.append([getattr(node, field.lower(), "") for field in header])
```

```
wb2.save(filename=dest_filename)
```

```
if __name__ == "__main__":
    plt.figure(figsize=(50, 30))
    min_x = 9999999
    min_y = 9999999
    max_x = -9999999
    max_y = -9999999
    nodes = {}

    rows = read_file()
    read = True
    size = 0
    while read:
        row = next(rows)
        number = row[0].value
        if number:
            size += 1
            result = []
            for i in range(1, 6):
                result.append(row[i].value)
            result.append(number)
            node = Node(*result)
            node.process_data()
            nodes.update({number: node})
            G.add_node(number)
            min_x, min_y, max_x, max_y = compare_min_max(node, min_x,
min_y, max_x, max_y)
        else:
```

```

        read = False
weights = [[0] * size for _ in range(size)]
weights_list = []
for i in range(size):
    row = next(rows)
    for j in range(i + 1, size):
        cell = row[j].value
        if cell:
            node_from = nodes[i+1]
            node_to = nodes[j+1]
            distance = sqrt(
                (node_from.x - node_to.x) ** 2 + (node_from.y - node_to.y) **
2
                ) * KILOMETERS_IN_DEGREE
            weight = calculate_edge_weight(node_from, node_to, distance)
            weights_list.append([i, j, weight])
            weights_list.append([j, i, weight])
            G.add_edge(i+1, j+1, weight=float("{0:.6f}".format(weight)))

    next(rows)
    row = next(rows)
    budget = row[0].value
    for i, j, weight in weights_list:
        weights[i][j] = weight

result_edges = []
used = [0]
not_used = list(range(1, size))
budget = budget - nodes[1].value
while not_used:

```

```

min_weight = 99999999
min_weight_node = 0
for node in used:
    for destination in range(len(weights[node])):
        if destination in used:
            continue
        temp_weight = weights[node][destination]
        if temp_weight and temp_weight < min_weight:
            min_weight = temp_weight
            min_weight_to = destination
            min_weight_from = node

if min_weight != 99999999 and budget - min_weight > 0:
    budget -= nodes[min_weight_to].value
    used.append(min_weight_to)
    not_used.remove(min_weight_to)
    result_edges.append([min_weight_from + 1, min_weight_to + 1])
else:
    break

write_data_to_file(nodes, weights, used)

pos = {
    number: (node.x, node.y) for number, node in nodes.items()
}

edges = [(u, v) for (u, v, d) in G.edges(data=True)]

# nodes
nx.draw_networkx_nodes(G, pos, node_size=500)

```

```
# edges
nx.draw_networkx_edges(G, pos, edgelist=edges, edge_color='red',
style='dashed')
nx.draw_networkx_edges(G, pos, edgelist=result_edges, arrows=True,
edge_color='green', width=4)
edge_labels = nx.get_edge_attributes(G, 'weight')
nx.draw_networkx_edge_labels(G, pos, edge_labels=edge_labels)

# labels
nx.draw_networkx_labels(G, pos, font_size=14, font_family='sans-serif',
alpha=0.5)
ax = plt.gca()
ax.set_xlim([min_x - 0.001, max_x + 0.001])
ax.set_ylim([min_y - 0.001, max_y + 0.001])
plt.savefig("result.png")
plt.show() # display
```

ДОДАТОК Б МАТРИЦЯ ВАГІВ ГРАФУ

[illegible]

Рисунок 6.1 – 1 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.2 – 2 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.4 – 4 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.5 – 5 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.7 – 7 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.8 – 8 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.9 – 9 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.10 – 10 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.11 – 11 частина матриці вагів та суміжностей

101	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202
102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	0	0	0	0	0.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																									

Рисунок 6.12 – 12 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.13 – 13 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.14 – 14 частина матриці вагів та суміжностей

[illegible]

Рисунок 6.15 – 15 частина матриці вагів та суміжностей

151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	
151	0	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
152	0.3	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
153	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
154	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
155	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
156	0	0	0	0.2	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
157	0	0	0	0.2	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
158	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
159	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
160	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
161	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
162	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
163	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.2	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
167	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
176	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Рисунок 6.16 – 16 частина матриці вагів та суміжностей