

РОЗРОБЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ІНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРА В СУЧАСНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

DEVELOPING A STRATEGY FOR DEVELOPING AN INTERNET ISP/AD IN A MODERN ENVIRONMENT

Провайдери програмних послуг та провайдери інтернету стикаються з великою проблемою – яким чином побудувати оптичну мережу. На дворі 2020 рік, а це значить, що в 90% випадках побудова нової оптичної мережі буде в тому регіоні, де вже надаються подібні послуги. В епоху розвитку дротового зв'язку інтернет, більшість населених пунктів покривалося за принципом "нас там немає – потрібно "зайти". У той час ніхто особливо не рахував прибуток за перший рік, початкові витрати, рух ринку, оскільки тоді цінувалася абонентська база. Абонентська база, якій ще не один сервісний провайдер не надає свої послуги. Підключивши абонента – провайдер з часом здобуває у нього лояльність, і абонента буде вже важко схилити до переходу на іншого провайдера, незважаючи на підвищення вартості послуг.

Але ми розглядаємо іншу картину – 2020 рік, коли в населених пунктах можуть бути десятки провайдерів, всі оптичні мережі вже побудовані і провайдери вийшли на один рівень якості основної послуги – доступ в інтернет. Саме в такі моменти потрібно ставитися до будівництва мережі з особливою обережністю, оскільки найгострішою проблемою сьогодення є боротьба з лояльними абонентами, що тягне за собою неабиякі ризики, оскільки не завжди вдасться перебороти прихильність до сервісного провайдера. Окрім цього, ми повинні враховувати той фактор, що інтернет сервіс провайдер сьогодні не просто «труба» для доступу в мережу, а це і агрегатор послуг, бо зараз йде тенденція до укрупнення та підвищення вхідного порогу в цей бізнес за рахунок надання нових послуг (комплексні послуги, пакети сторонніх сервісів), а отже витрати на підключення будинку будуть неухильно зростати. То ж стикаємося з необхідністю ретельного аналізу. Необхідно почати з дослідження ринку, оцінки потенціалу відділу прямих продажів, пасивний приплив абонентів, ефективність активної реклами, «партизанської» реклами. Після цього вивести коефіцієнт ймовірності підключення до послуги, який базується на вищеназаних ймовірностях, скласти карту-граф потенційно можливих будинків, готових до підключення. Визначення ваг на ребрах з допомогою виведення коефіцієнта, після чого зробити прохід алгоритмом Дейкстри графа і визначити будинку до підключення виходячи з нашого бюджету. Дана проблематика досліджується в статті на основі даних ПП "Візит-Сервіс" в місті Кременчук.

Ключові слова: теорія графів, інвестиційний проект, оптичні інтернет мережі, алгоритм Дейкстри.

Software service providers and ISPs face a big challenge - how to build an optical network. In the yard in 2020, which means that in 90% of cases the construction of a new optical

network will be in the region where similar services are already provided. In the era of wired Internet, most settlements were covered on the principle of "we are not there - you need to" go ". At that time, no one particularly considered the profit for the first year, the initial costs, market movements, because then the subscriber base was valued. Subscriber base, to which more than one service provider does not provide its services. By connecting the subscriber - the provider eventually gains his loyalty, and the subscriber will be difficult to persuade to switch to another provider, despite the increased cost of services.

But we are looking at a different picture - 2020, when there may be dozens of providers in settlements, all optical networks have already been built and providers have reached one level of quality of the main service - Internet access. It is at such moments that the construction of the network should be treated with special caution, as the most acute problem today is the fight against loyal subscribers, which entails considerable risks, as it is not always possible to overcome the commitment to the service provider. In addition, we must take into account the fact that the Internet service provider today is not just a "pipe" for network access, but also an aggregator of services, because now there is a tendency to enlarge and increase the entry threshold into this business by providing new services (complex services, packages of third-party services), and therefore the cost of connecting the house will grow steadily. We are also faced with the need for careful analysis. It is necessary to start with market research, assessment of the potential of the direct sales department, passive influx of subscribers, the effectiveness of active advertising, "guerrilla" advertising. After that, derive the probability factor of connection to the service, which is based on the above probabilities, make a map-graph of potentially possible houses ready for connection. Determine the weights on the edges by deriving the coefficient, then make a pass to the Dijkstra graph algorithm and determine the house to connect based on our budget. This has been carried out in this paper on the basis of the data of PE "Visit-Service" in Kremenchuk.

Keywords: graph theory, investment project, optical internet networks, Dijkstra algorithm.

Вступ. Важливим напрямком сьогодення є автоматизація та оптимізація виробничих процесів, з автоматичним розподілом ресурсів. Головна мета цього полягає в економії людино-годин за рахунок автоматичного прорахунку проекту, розподілу точної кількості ресурсів, створення звіту по витратам матеріальних ресурсів з чітким означенням кожної позиції та іншими аспектами роботи.

До недавнього часу побудова оптичних мереж інтернет-провайдера виконувалася вручну, що забирало забагато часу та призводило до перевикористання ресурсів, оскільки людина не може прорахувати всі можливі шляхи охоплення території та шляхи прокладення кабелю за якийсь осудний час. З часом з'явилися, так звані, PON-калькулятори, які дозволили прораховувати автоматично затухання в кабелі та розподіл оптичного сигналу по спліттерам, але це зовсім не вирішило проблему з пошуком оптимального шляху охоплення території, оскільки вибір шляху проходження магістралі залишається все одно за людиною. Наразі немає єдиного алгоритму вибору такого шляху.

Одним із ключових завдань створення проекту побудови оптичної мережі є обґрунтування витрат тих чи інших матеріальних та виробничих ресурсів. В той же час ринок телекомунікаційних послуг є

висококонкурентним, що вимагає і оптимізацію таких витрат та майбутніх прибутків.

Постановка завдання. Метою даної роботи є створення методу та інструментарію для планування фізичного підключення абонентів до послуг телекомунікаційного ринку в умовах обмеженого бюджету з врахуванням їх географічного положення.

Методологія. В основу даної роботи покладено використання теорії графів, економічні методи оцінки коефіцієнтів важливості підключення тієї чи іншої точки графу, використання алгоритмів пошуку в графі у ширину та алгоритм Дейкстри.

Результати дослідження. PON (англ. Passive optical network) — технологія пасивних оптичних мереж, заснована на деревоподібній волоконно-кабельній архітектурі з пасивними оптичними розгалужувачами на вузлах. Зазвичай є досить економічним способом забезпечення широкосмужової передачі інформації. При цьому архітектура PON володіє необхідною ефективністю нарощування як вузлів мережі, так і пропускної здатності, залежно від поточних та майбутніх потреб абонентів. Для початку, розберемося з самою типологією мережі. На сьогоднішній день одна з найперспективніших технологій – GPON [1]. Саме для цього типу мережі ми будемо робити прорахунки.

Існують два способи побудови – «зірка», або деревовидний тип мережі. Найчастіше використовується у населених пунктах, де розбудова йде не тільки в довжину, а й в ширину. Та за рахунок деяких параметрів є більш дешевою та простою в побудові (використання PLC-спліттерів замість зварних збільшує надійність мережі та зменшує витрати на побудову).

Та кільцевий тип. Його зручно використовувати при розселенні вдовж. Але за рахунок використання зварних дільників такий спосіб побудови більш дорогий та менш надійний, оскільки все буде йти вдовж одного магістрального кабелю, а не через декілька гілок, та це буде зменшувати надійність у разі пориву.

Але ніхто не забороняє комбінувати ці два способи. Головна умова – однаковий рівень оптичного сигналу на кінцевих точках.

То ж, розглянемо способи автоматизації розрахунків вартості побудови такої мережі за допомогою створеної в роботі програми на мові Python [2].

По-перше, необхідно перенести об'єкти в економіко-математичну площину. Оскільки у нас багато можливих шляхів для прокладання кабелю та багато кінцевих точок, основним математичним апаратом обрано засоби теорії графів [3]. Графи для інтернет-мереж є зручним рішенням, оскільки до побудови та розрахунків можна використовувати алгоритми пошуку в ширину та алгоритм Дейкстри [4]. Спочатку необхідно задати координати для кожного будинку, в даному випадку це є довгота та широта – XY формат. В табл. 1 наведено вхідні дані для кожного будинку розглянутої території міста Кременчук.

Таблиця 1 – Вхідні дані для нашої програми

№	Y	X	Адреса	Поверховість	Кількість парадних
1	49,08334	33,42493	Щорса, 66/13	9	6
2	49,08364	33,42323	Щорса, 68	9	3
3	49,08388	33,42583	Свободи, 15	5	4
4	49,08398	33,42246	Щорса, 68А	9	2
5	49,08399	33,4249	Свободи, 17	5	4
6	49,0841	33,42164	Автокразовський, 72	9	2
7	49,08413	33,42076	Автокразовський, 72А	9	4

Розглянемо основні показники для роботи нашого алгоритму.

Вірогідна кількість абонентів у будинку:

– $a_{tv} = \lfloor 4 * 0.7 * k_e * k_f \rfloor$, 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;

– $a_{int} = \lfloor 4 * 0.3 * k_e * k_f \rfloor$, де 4 – кількість квартир на поверсі, коефіцієнт 0.7 – 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: $w_{tv} = a_{tv} * ARPU_{tv}$, $w_{int} = a_{int} * ARPU_{int}$, 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 85грн, для телебачення 70грн.

Розрахунок кількості необхідного активного обладнання, по двом послугам:

– $k_{ctv} = \lceil \frac{a_{tv}}{108} \rceil$, де 108 – кількість квартир, яку можливо підключити до кабельного телебачення одним оптичним приймачем Arcotel 9036OR(E);

– $k_{onu} = \lceil \frac{a_{int}}{108} \rceil$, де 4 – кількість квартир, яку можливо підключити до інтернету одним оптичним терміналом (ONU) Picotel N540.

Розрахунок довжини різних типів кабелю:

– $m_{rg6} = a_{tv} * 15$, де 15 – довжина кабелю, яка необхідна для підключення абонента;

– $m_{rg11} = k_f * k_e * 3 * 10$, де 3 – висота одного поверху, 10 – траса від під'їзду до під'їзду;

– $m_{utp} = \sum_{i=0}^{a_{int}} k_f * 3 * 15$, $k_f \in [1; 5]$, де 15 – довжина кабелю, яка необхідна для підключення абонента, 3 – прохід одного поверху.

Розрахунок пасивних елементів (бокси, роз'єми):

– $k_{boxb} = \lceil \frac{k_e}{2} \rceil$, де 2 – викликано технічною необхідністю ставити великий бокс у кожному другому під'їзді;

– $k_{boxm} = \left\lceil \frac{k_f}{3} \right\rceil$, де 3 – викликано технічною необхідністю ставити великий бокс на кожному третьому поверсі кожного під'їзду;

– $k_{f6} = a_{tv} * 2$, де 2 – кількість роз'ємів на телевізійному кабелі на одного абонента;

– $k_{f11} = k_{boxb} * 2$, де 2 – кількість роз'ємів на магістральному телевізійному кабелі між великими боксами.

Розрахунок підсумкових витрат, по послугам, та сумарно:

$$val_{tv} = k_{f6} * f6_w + k_{f11} * f11_w + k_{boxb} * boxb_w + k_{boxm} * boxm_w + m_{rg6} * rg6_w + m_{rg11} * rg11_w + k_{ctv} * ctv_w + m_w,$$

$$val_{int} = k_{boxb} * boxb_w + m_{utp} * utp_w + k_{onu} * onu_w.$$

Витрати на підключення дому, виключно по внутрішнім роботам:

$$val = val_{tv} + val_{int}.$$

Надходження з усього будинку за 12 місяців:

$$income = w_{tv} + w_{int} * 12.$$

Перевіримо створений коефіцієнт на статистиці, наведеній в таблиці 2.

Таблиця 2 – Вартості матеріалів для розрахунку коефіцієнту привабливості будинку

Назва	Вартість, грн, або грн/м
УТР вита пара	3
Коаксіальний кабель RG-11	9,77
Коаксіальний кабель RG-6	4,38
ONU Picotel	1000
Arcotel 9036 OR-E	2200
Роз'єм F6	3,22
Роз'єм F11	10,53
Бокс великий	226
Бокс маленький	348
Розхідні матеріали	1000
ARPU інтернет	85
ARPU телебачення	70

Для тестування візьмемо 250 варіантів будинків: кількість під'їздів від 1 до 10, кількість поверхів від 1 до 20. На виході отримуємо наступну матрицю, наведену в табл. 3.

Таблиця 3 – Матриця коефіцієнтів привабливості

floor	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8	e9	e10
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
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

В таблиці 3 зеленим кольором відмічений найбільш привабливий варіант будинку до підключення, якщо ми будемо проводити сортування саме по під'їздам. Тобто із однопарадних будинків найпривабливіші – 18-поверхівки, з двох – 12-поверхівки.

Червоним кольором відмічений найбільш привабливий варіант серед обраної кількості парадних по аналогії с зеленим.

Жовтий колір – найпривабливіший будинок з нашими вхідними даними – 10-парадна 10-поверхівка.

На рисунку 1 представлено графічну інтерпретацію розрахунків таблиці 3.

За допомогою алгоритму Дейкстри знайдемо найкоротший шлях в графі, представленому матрицею суміжності та коефіцієнтами привабливості [5].

Після завершення роботи програма створює звіт, де вказана черговість підключення будинку, кількість матеріалів, що будуть використані в тому чи іншому будинку. Всього, у нашому обраному районі очікується 2000 абонентів інтернету, 4670 абоненти кабельного телебачення. Для укомплектування району необхідно: 517 ONU, 52 приймача телебачення, 62151 метр витой пари, 3239 метри RG-11, 70056 метри RG-6. 153 великих бокси, 139 малих. 9340 конекторів F6, та 306 конекторів F11. Витрати на обладнання району кабельним телебаченням становлять 619847 грн, інтернету – 756697 грн. Повні витрати на реалізацію проекту становлять 1376545 грн. Доходи за один рік – 5964768 грн.

Висновки. Таким чином, запропонований метод та інструментарій допоможе спланувати черги підключень нових абонентів телекомунікаційних послуг, виходячи зі стартового бюджету проекту. Відмінність даного продукту полягає в тому, що він враховує можливі прибутки від вже підключених абонентів, що дозволяє мінімізувати не тільки витрати на мережу, а й максимізувати можливий прибуток на етапі виконання проекту. В подальшому планується доопрацювання способу врахування прибутків підключених абонентів шляхом введення випадкових величин та їх опрацювання.

Література:

1. Воронін Р.О., Каток В.Б. Застосування технології GPON у мультисервісних мережах доступу: матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції "ПРОБЛЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ 2016", м. Київ, 19-22 квітня 2016 р. Київ, 2016. URL: <http://conferenc.its.kpi.ua/proc/article/download/70693/65915>
2. Марк Лутц Программирование на Python / Пер. с англ. 4-е изд. СПб.: Символ-Плюс, 2011. Т. II. 992 с. ISBN 978-5-93286-211-7.
3. Оре О. Теория графов. М.: Наука, 1968. 336 с.
4. Салий В. Н., Богомолов А. М. Алгебраические основы теории дискретных систем. М.: Физико-математическая литература, 1997. 367 с. ISBN 5-02-015033-9.
5. Левитин А. В. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры. *Алгоритмы. Введение в разработку и анализ*. М.: Вильямс, 2006. С. 189–195. ISBN 978-5-8459-0987-9