

# ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ В УПРАВЛІННІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ

Мамон Р.В., Биковець О.І.

Кафедра «Інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

E-mail: roman.mamon@nure.ua,  
oleksandr.bykovets@nure.ua

---

## Abstract

*Telecommunication network management automation is the process of using software to automate network management tasks and security operations to improve its efficiency and functionality continuously. In the work, a software application was developed in Python, which was tested for calculating base station numbers and distances to them and proved its efficiency for use in mobile communication networks. For its part, the haversine formula became the mathematical base of the application.*

---

Автоматизація управління телекомунікаційними мережами (ТКМ) – це процес використання програмного забезпечення для автоматизації численних завдань управління та безпеки ТКМ з метою постійного підвищення її ефективності та функціональності [1]. Слід зазначити, що автоматизація мереж часто використовується у поєднанні з їх віртуалізацією [1-3]. На сьогодні забезпечення швидкого, гнучкого та злагодженого управління є головною вимогою як у традиційних мережах, так і різноманітних архітектурах програмно-конфігурованих безпроводових мереж [2-6]. Сучасні платформи автоматизації ТКМ можуть досягнути вказаних цілей шляхом автоматизації мережних функцій, як-от, наприклад, надання ресурсів, відображення мережі та її тестування.

Наступний крок у цифровій трансформації – це саме віртуалізація й автоматизація мережних функцій, а також безпекових операцій у площині інфраструктури, яка традиційно базувалася переважно на апаратному забезпеченні та потребувала ручних налаштувань і керування [2-4, 7, 8].

Зі свого боку автоматизація на основі API дозволила замінити ручні інструкції під час використання командного рядка для налаштування кожного мережного пристрою. API можна викликати безпосередньо або через мову програмування, наприклад **Python**, **Java** або **Go** [1]. Водночас сценарії є лише одним із аспектів автоматизації мереж. Сучасні платформи автоматизації відстежують мережні ресурси під час ініціалізації та перевіряють, чи зможе мережа обробити запит конфігурації, перш ніж його реалізувати.

У даній роботі було розроблено програму `getDistance.py` мовою **Python**, яка призначена для пошуку номерів базових станцій (Base Transceiver Station, BTS), розташованих на території – коли заданного радіусу, у мережах мобільного зв'язку. Основне завдання програми полягає у вимірюванні відстані між двома точками на сфері за формулою гаверсинусів [9, 10], що було реалізовано за допомогою модуля `haversine`. Для інсталяції данного модуля необхідно виконати наступну команду:

```
pip install haversine
```

У випадку, що розглядається, цим двом точкам відповідають координати центра кола, які задаються, та координати базових станцій. Відповідність номерів базових станцій до їх географічних координат (у форматі десяткових градусів) зберігається в текстовому файлі `coordinates.log`.

Для коректної роботи програми необхідно задати два параметри:

- географічні координати центра кола (ключі `-lat` та `-lon`);
- його радіус, що вимірюється в км (ключ `-r`).

Обчислення відстаней між цими точками відбувається в циклі `for`. Далі перевіряється умова того, що отримана відстань менша за радіус кола. Таким чином, можливо отримати (та роздрукувати в `STDOUT`) список номерів потрібних BTS.

У подальшому такий список може бути використаний для автоматизації таких задач, як, наприклад:

- перевірка стану BTS;
- віддалене завантаження програмного забезпечення BTS;
- перезавантаження, вимкнення BTS тощо.

Отже, за умови наступних вихідних даних:

- координати центра кола дорівнюють `LAT = 49.9805, LON = 36.2525`;
- радіус кола – 3 км,

отримуємо наступний результат виконання програми (рис. 1).

Таким чином, розроблений на мові **Python** програмний застосунок був апробований для обчислення номерів базових станцій і відстаней до них, і довів свою працездатність для застосування у мережах мобільного зв'язку. Зі свого боку формула гаверсинусів стала математичною основою застосунку.

```
python .\getDistance.py -lat 49.9805 -lon 36.2525 -r 3
BTS# Distance (km)
1009 2.561245679607431
1028 0.7955474176666661
1035 1.491009177040893
1070 2.9918124622661995
1087 2.9228360429872455
1142 2.454094683531889
1146 1.9910209432844208
1236 1.5433990521839978
1293 2.0067559007189435
1371 1.864457710714527
1405 2.5020730036080683
3758 2.0061093009218
3759 1.9803179481687634
3901 0.8754090859594472
3947 0.7955474176666661
5602 2.0061093009218
5751 1.3221775076414382
5953 2.7110218678846665
602 2.002289227888395
6028 0.7572912932257677
6070 2.9918124622661995
6087 2.901778742693847
6146 1.9803179481687634
6293 1.998107837361528
640 0.6678466225740406
751 1.4037953661158136
775 0.8754090859594472
848 1.4975183518866366
953 2.72422614242918
```

Рис. 1. Результат обчислення номерів базових станцій і відповідних відстаней

## Література:

1. What is Network Automation? | VMware Glossary. VMware. URL: <https://www.vmware.com/topics/glossary/content/network-automation.html> (дата звернення: 11.11.2022).
2. Zhang Y. Network Function Virtualization: Concepts and Applicability in 5G Networks. Wiley-Interscience, 2018. 192 p.
3. Venkataraman H., Trestian R. 5G Radio Access Networks: Centralized RAN, Cloud-RAN and Virtualization of Small Cells. Taylor & Francis Group, 2017. 315 p.
4. Mishra A.R. Fundamentals of Network Planning and Optimisation: 2G/3G/4G... Evolution to 5G. Wiley & Sons, Limited, John, 2018. 440 p.
5. Marsch P., Bulakci O., Queseth O., Boldi M. 5G System Design: Architectural and Functional Considerations and Long Term Research. Wiley & Sons, Incorporated, John, 2018. 608 p.
6. Лемешко О.В., Єременко О.С., Невзорова О.С. Поточкові моделі та методи маршрутизації в інфокомунікаційних мережах: відмовостійкість, безпека, масштабованість. Харків: ХНУРЕ. 2020. 308 с. DOI: <https://doi.org/10.30837/978-966-659-282-1>
7. Lemeshko O., Al-Dulaimi A.M.K., Yeremenko O., Yevdokymenko M. Comparative Analysis of Solutions for Management of Time-Frequency Resource in LTE Downlink. 2018 IEEE 4th International Symposium on Wireless Systems within the International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS-SWS). 2018. P. 108-111. DOI: <https://doi.org/10.1109/IDAACS-SWS.2018.8525626>
8. Lemeshko O., Yeremenko O., Kovalenko T., Al-Dulaimi A.M.K., Al-Dulaimi M.K.H. Comparative Analysis of the Resource Blocks Allocation Balancing Model in the LTE Downlink Using RAT 1 with Existing Solutions. 2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). 2018. P. 701-704. DOI: <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2018.8632012>
9. haversine. PyPI. URL: <https://pypi.org/project/haversine/> (дата звернення: 11.11.2022).
10. Формула гаверсинуса – Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Формула\\_гаверсинуса](https://uk.wikipedia.org/wiki/Формула_гаверсинуса) (дата звернення: 11.11.2022).