

## МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ (АНР) В ОЦІНЦІ ІНСТРУМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ МОНОРЕПОЗИТОРІЯМИ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглядається метод аналізу ієрархії (Analytic Hierarchy Process), або АНР, що спрощує вибір інструментів для керування монорепозиторіями, структуруючи оцінку за ключовими критеріями. Основна складність оцінки таких інструментів полягає у великій кількості різноманітних факторів та критеріїв, які необхідно врахувати, і, залежно від специфіки організації та проекту, ці критерії можуть значно відрізнятися. Застосування АНР дозволяє структурувати та кількісно оцінити різні критерії та їх підкатегорії, які є ключовими для вибору належного інструменту. Метод сприяє прийняттю обґрунтованих рішень, враховуючи різні аспекти, такі як функціональність, продуктивність, сумісність, вартість та інші. АНР також надає можливість інтеграції експертних думок та адаптації оцінок до унікальних потреб організації, що сприяє вибору найоптимальнішого інструменту для управління монорепозиторієм.*

**Ключові слова:** багатопроєктне середовище, управління монорепозиторіями, багатокритеріальний аналіз, оптимізація розробки ПЗ, метод аналізу ієрархій.

### **Abstract**

*Analytic Hierarchy Process, or AHP, is considered, which simplifies the choice of tools for managing monorepositories by structuring the evaluation according to key criteria. The main difficulty in evaluating such tools lies in the large number of various factors and criteria that must be taken into account, and depending on the specifics of the organization and the project, these criteria can differ significantly. The application of AHP allows you to structure and quantify various criteria and their subcategories, which are key to choosing the right tool. The method helps in making informed decisions by considering various aspects such as functionality, performance, compatibility, cost and others. AHP also provides the ability to integrate expert opinions and tailor assessments to an organization's unique needs, helping to select the most optimal monorepository management tool.*

**Keywords:** multi-project environment, monorepository management, multi-criteria analysis, software development optimization, hierarchy analysis method.

### **Постановка задачі**

Розглядається використання методу аналізу ієрархій (АНР) [1, 3] у процесі оцінки інструментів управління монорепозиторіями [2, 4]. Проблема проведення оцінки інструментів управління монорепозиторіями полягає в тому, що цей процес зазвичай включає багато різноманітних аспектів і критеріїв, які потрібно врахувати, і водночас, ці критерії можуть сильно варіюватися в залежності від конкретних потреб організації та характеристик проекту [5]. Використання методу аналізу ієрархій (АНР) у процесі оцінки інструментів управління монорепозиторіями дозволяє систематизувати та кількісно оцінити різні критерії та підкритерії, які важливі для вибору відповідного інструмента. Цей метод допомагає ухвалювати обґрунтовані рішення, враховуючи різноманітні аспекти, такі як функціональність, продуктивність, сумісність та вартість. Крім того, АНР забезпечує можливість залучення думок експертів та адаптацію оцінок до конкретних потреб організації, що зрештою призводить до вибору найбільш ефективного інструменту управління монорепозиторієм.

### **Метод аналізу ієрархій (АНР) в оцінці інструментів управління монорепозиторіями**

Метод аналізу ієрархій (Analytic Hierarchy Process), або АНР – це метод кількісного аналізу, розроблений Томасом Сааті, який використовується для вирішення складних рішень [1]. Він дозволяє розбити проблему на ієрархію взаємозв'язаних цілей, критеріїв та альтернатив, а потім провести парне порівняння цих елементів для визначення їх відносної важливості або пріоритетності. Ключовими моментами АНР є:

– Розбиття на ієрархії: АНР дозволяє розбити проблему прийняття рішень на ієрархічну структуру, починаючи з головної мети, потім критеріїв, підкритеріїв та варіантів рішень.

– Попарне порівняння: Відбувається оцінка елементів ієрархії шляхом попарного порівняння, де учасники оцінюють, який з двох елементів є більш важливим або більш пріоритетним для досягнення мети.

– Визначення вагових коефіцієнтів: Через попарне порівняння визначаються вагові коефіцієнти для кожного критерію та альтернативи, які відображають їх відносну важливість.

– Синтез оцінок: Кінцеві пріоритети варіантів рішень визначаються шляхом агрегації оцінок через різні рівні ієрархії [2].

Актуальність АНР при оцінці інструментів управління монорепозиторіями полягає у кількох аспектах:

– Складність вибору: Інструменти управління монорепозиторіями можуть мати різні характеристики та функції, які слід враховувати при їх оцінці. АНР дозволяє систематично порівняти ці інструменти згідно з різними критеріями.

– Різноманіття інтересів: У процесі вибору інструменту можуть бути залучені різні зацікавлені сторони з різними пріоритетами. АНР допомагає врахувати ці різні інтереси та знайти збалансоване рішення.

– Оцінка якісних та кількісних факторів: АНР може бути використаний для оцінки як кількісних, так і якісних аспектів інструментів, перетворюючи суб'єктивні оцінки на кількісні величини.

– Прозорість рішення: Використання АНР забезпечує прозорість та обґрунтованість вибору, оскільки всі рішення та їх обґрунтування документуються і можуть бути переглянуті зацікавленими сторонами [3].

У контексті управління монорепозиторіями, АНР може допомогти організаціям вибрати найбільш підходящий інструмент, виходячи з конкретних потреб та цілей проєкту, забезпечуючи при цьому високу ступінь залучення та згоди серед всіх зацікавлених сторін [6, 7].

### **Приклад: використання АНР для визначення корисності інструментів управління монорепозиторіями**

Для визначення корисності інструментів управління монорепозиторіями за допомогою алгоритму АНР, виконуються наступні кроки [1-3]:

1. Визначається набір критеріїв та альтернатив. До прикладу, критеріями вказано «продуктивність та ефективність», «масштабованість», «інтеграція з іншими інструментами»; альтернативи – Lerna, Yarn Workspaces, Nx.

2. Формулюється матриця порівнянь за критеріями. Кожен елемент матриці відображає важливість одного критерію відносно іншого. Наприклад, «продуктивність та ефективність» в два рази важливіше за «масштабованість» та в чотири рази важливіше за «інтеграцію з іншими інструментами».

3. Обчислюється вектор пріоритетів, використовуючи власні вектори матриці порівнянь. Для кожного критерію цей вектор вказує його відносну важливість. До прикладу, отримано наступні важливості для критеріїв: «продуктивність та ефективність» - 0.571, «масштабованість» - 0.286, «інтеграція з іншими інструментами» - 0.143.

4. Перевіряється узгодженість нашої матриці порівнянь, обчисливши Індекс Узгодженості (CI) та Відносний Індекс Узгодженості (CR). Оскільки CI дорівнює 0, наша матриця порівнянь є повністю узгодженою, і CR теж дорівнює 0, що свідчить про прийнятну узгодженість.

Тепер, маючи вектор пріоритетів для критеріїв, ми можемо застосувати аналогічний процес для обчислення корисності кожної альтернативи (Lerna, Yarn Workspaces, Nx) за кожним критерієм. Це вимагатиме створення окремої матриці порівнянь для кожного критерію, де будуть порівнюватися альтернативи між собою. Потім, використовуючи власні вектори цих матриць, ми можемо обчислити вектор пріоритетів для кожного критерію. Множення векторів пріоритетів критеріїв на вектори пріоритетів альтернатив дасть нам оцінку корисності кожної альтернативи [1-3].

### **Висновки**

Алгоритм АНР (Analytic Hierarchy Process) дозволяє систематизувати і кількісно оцінити процес прийняття рішень, де необхідно враховувати багато факторів або критеріїв, які часто важко порівняти безпосередньо. У контексті вибору інструментів управління монорепозиторіями АНР допомагає вирішити проблему порівняння їх безпосередньо, оскільки кожен з них може мати різні переваги та недоліки залежно від контексту використання. АНР дозволяє інтегрувати ці різноманітні фактори в єдиний кількісний показник корисності. Прийняття рішень може бути суб'єктивним, але АНР вклю-

чає систематичний підхід до вимірювання важливості різних аспектів і віддає перевагу більш об'єктивному вибору, заснованому на структурованому аналізі. Інструменти можуть мати різні сильні та слабкі сторони залежно від критеріїв, таких як продуктивність, масштабованість, та інтеграція. АНР допомагає визначити, який критерій важливіший для конкретної організації або проекту, і відповідно вагомо впливати на загальний результат. Вибір інструменту управління монорепозиторієм може бути складним через велику кількість можливих опцій та змінних. АНР допомагає спростити цей вибір, перетворюючи його на більш зрозумілий і легкий для сприйняття процес.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. What is the Analytic Hierarchy Process? [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.passagetechnology.com/what-is-the-analytic-hierarchy-process> Дата звернення: 27 лютого 2024.
2. Al Khalil, M. I. (2002). Selecting the appropriate project delivery method using AHP. *International Journal of Project Management*, 20(6), 469-474. doi: [https://doi.org/10.1016/s0263-7863\(01\)00032-1](https://doi.org/10.1016/s0263-7863(01)00032-1).
3. Badri, M. A. (2001). A combined AHP–GP model for quality control systems. *International Journal of Production Economics*, 72(1), 27-40. doi:[https://doi.org/10.1016/s0925-5273\(00\)00077-3](https://doi.org/10.1016/s0925-5273(00)00077-3).
4. О.В. Прус, В.П. Майданюк. Використання графових нейронних мереж для автоматичної детекції залежностей між компонентами в монорепозиторіях. / III Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, аспірантів і студентів «Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2023». с. 211-214
5. О.В. Прус, В.П. Майданюк. Аналіз основних принципів роботи з монорепозиторіями: особливості, переваги та недоліки. / XVI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та автоматизація – 2023». с. 267 – 270
6. Monorepo vs Microrepo: How to Choose the Best Repository Structure for Your Code [Електронний ресурс] – режим доступу: [https://dev.to/kanani\\_nirav/monorepo-vs-microrepo-how-to-choose-the-best-repository-structure-for-your-code-4pce](https://dev.to/kanani_nirav/monorepo-vs-microrepo-how-to-choose-the-best-repository-structure-for-your-code-4pce) Дата звернення 27 лютого 2024.
7. Michael Bloch, Sven Blumberg, Jürgen Laartz. (2014) Achieving success in large, complex software projects [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/achieving-success-in-large-complex-software-projects>. Дата звернення: 27 лютого 2024.

**Прус Олег Вікторович** — аспірант кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [oleh.prus.vntu@gmail.com](mailto:oleh.prus.vntu@gmail.com)

**Майданюк Володимир Павлович** — канд. техн. наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [maidaniuk2000@gmail.com](mailto:maidaniuk2000@gmail.com)

**Oleh Viktorovych Prus** — PhD student of the Software Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [oleh.prus.vntu@gmail.com](mailto:oleh.prus.vntu@gmail.com)

**Volodymyr Pavlovych Maidaniuk** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Software Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [maidaniuk2000@gmail.com](mailto:maidaniuk2000@gmail.com)