

КАРПОВ ІГОР

Національний університет «Львівська політехніка»

<https://orcid.org/0000-0003-4885-5078>E-mail: [ihor.a.karpov@lpnu.ua](mailto:ihor.a.karpov@lpnu.ua)

БУРОВ ЄВГЕН

Національний університет «Львівська політехніка»

<https://orcid.org/0000-0001-8653-1520>E-mail: [yevhen.v.burov@lpnu.ua](mailto:yevhen.v.burov@lpnu.ua)

## ОНТОЛОГІЇ У ПРОЦЕСІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Прийняття рішень є ключовою діяльністю для керівництва в будь-якій організації. Для сприяння цьому процесу використовуються кілька методів прийняття рішень, у тому числі багатокритеріальне прийняття рішень, особливо, коли рішення стосується кількох зацікавлених сторін і кількох критеріїв. Ці методи, які оцінюють кожну альтернативу за набором критеріїв, зазвичай носять суб'єктивний характер. Однак, незважаючи на те, що вони є суб'єктивними, слід переконатися, що особи, які приймають рішення, мають якомога більше знань про альтернативи. Це включало б розуміння всіх наслідків кожної альтернативи та всіх ефектів цих наслідків. Це вимагає глибокого розуміння сфери, у якій приймається рішення. Організаційна онтологія забезпечує таке розуміння. Онтологія визначає загальний словниковий запас для дослідників, яким потрібно обмінюватися інформацією в галузі. Онтології використовуються в кількох галузях, включаючи штучний інтелект. Оскільки мета штучного інтелекту полягає в тому, щоб зробити машини достатньо складними, щоб інтегрувати зміст інформації, організація знань є дуже важливим кроком на шляху до досягнення цієї мети. Цей крок породив інженерію знань, яка значною мірою покладається на онтології як засіб представлення та організації знань. Виявлення наслідків для кожної альтернативи є надзвичайно важливою складовою всього процесу прийняття рішень. Вкрай важливо, щоб особа, яка приймає рішення, враховувала не лише прямі наслідки, а й намагалася визначити непрямі наслідки. Один із способів зробити це - визначити всі бізнес-процеси, на які вплине кожна альтернатива, а потім детально вивчити ці бізнес-процеси, щоб визначити повний ступінь (тобто наслідки) впливу на бізнес-процес. Однак, щоб зробити це ефективно, потрібно проаналізувати предметну область, що, у свою чергу, вимагає, щоб знання про предметну область були представлені в структурі, яка полегшує цей аналіз.

Ключові слова: прийняття організаційних рішень, багатокритеріальне прийняття рішень, онтологія, процес прийняття рішення.

KARPOV IHOR, BUROV EUGENE

Lviv Polytechnic National University

## ONTOLOGIES IN THE DECISION-MAKING PROCESS

Decision making is a key activity for management in any organization. Several decision-making techniques are used to facilitate this process, including multi-criteria decision-making, especially when the decision involves multiple stakeholders and multiple criteria. These methods, which evaluate each alternative according to a set of criteria, are usually subjective in nature. However, even though they are subjective, it is important to ensure that decision makers have as much knowledge as possible about the alternatives. This would include understanding all the consequences of each alternative and all the effects of those consequences. This requires a deep understanding of the area in which the decision is made. Organizational ontology provides such an understanding. An ontology defines a common vocabulary for researchers who need to exchange information in a field. Ontologies are used in several fields, including artificial intelligence. Since the goal of artificial intelligence is to make machines sophisticated enough to integrate information content, knowledge organization is a very important step towards achieving this goal. This move gave rise to knowledge engineering, which relies heavily on ontologies as a means of representing and organizing knowledge. Identifying the consequences for each alternative is an extremely important component of the entire decision-making process. It is imperative that the decision maker considers not only the direct consequences, but also tries to identify the indirect consequences. One way to do this is to identify all the business processes that will be affected by each alternative, and then examine those business processes in detail to determine the full extent (i.e., consequences) of the business process impact. However, to do this effectively, one must analyze the subject area, which in turn requires that knowledge about the subject area be represented in a structure that facilitates this analysis.

Keywords: organizational decision-making, multi-criteria decision-making, ontology, decision-making process.

### Постановка проблеми

Процес прийняття рішення передбачає вибір із набору альтернатив. Особи, які приймають рішення, часто вивчають цілі, цінності та критерії при оцінці цього набору альтернативних рішень. Зазвичай існує кілька, часто суперечливих, критеріїв, які необхідно оцінити під час прийняття рішень. Розглядаючи альтернативи, особи, які приймають рішення, повинні зважити ці численні критерії, і щоб зробити це ефективно, вони повинні повністю розуміти наслідки кожного вибору. У багатьох випадках особи, які приймають рішення, використовують інтуїцію, щоб зробити свій вибір, однак для найбільш складних і важливих рішень на організаційному рівні стає важливим правильно структурувати проблему та гарантувати, що альтернативи чітко оцінюються з точки зору критеріїв.

### Аналіз останніх джерел

Дослідники зосереджуються на наданні інструментів особам, які приймають рішення, щоб допомогти їм у процесі прийняття рішень. Існує кілька методів та інструментів, які допомагають особам, які

приймають рішення, наприклад, багатокритеріальне прийняття рішень (MCDM) і ціннісно-орієнтоване мислення (VFT). Чотири фази прийняття рішень це [1]:

1. Інтелект – на цій фазі визначається проблема або визначається ситуація, в якій необхідно прийняти рішення.
2. Проектування – на цьому етапі розробляються та аналізуються можливі варіанти дій (тобто альтернативи).
3. Вибір – ця фаза передбачає вибір курсу дій із доступних.
4. Впровадження – на цьому етапі виконується план дій.

Інші моделі раціонального прийняття рішень визначають наступні кроки, коли стикаються з певною проблемою [2, 3]:

1. Уточнити цілі, цінності чи завдання, а потім проранжувати або впорядкувати їх.
2. Перелічити усі можливі способи досягнення цих цілей, цінностей або завдань, тобто альтернативні стратегії.
3. Визначити всі наслідки, які впливають із кожної з цих стратегій.
4. Порівняти наслідки кожної політики з цілями, цінностями чи завданнями.
5. Обрати той, який найкраще відповідає цілям, цінностям або завданням.

Загалом, прийняття рішень є складним процесом, який може бути полегшений за допомогою методів та інструментів, таких як багатокритеріальне прийняття рішень та ціннісно-орієнтоване мислення. Цей процес може бути розділений на чотири фази. Інші моделі раціонального прийняття рішень додатково вимагають уточнення цілей та цінностей, переліку можливих стратегій, оцінювання наслідків та порівняння їх з цілями, цінностями та завданнями, щоб обрати оптимальний варіант. Ці методи допомагають приймати рішення з більшою увагою до деталей та кращою оцінкою можливих наслідків.

#### **Формулювання цілі статті**

Метою даної статті є показати важливість врахування всіх можливих наслідків кожної альтернативи при прийнятті рішень в будь-якій організації, а також відзначити роль організаційної онтології та інженерії знань у забезпеченні глибокого розуміння предметної області та покращенні процесу прийняття рішень.

#### **Виклад основного матеріалу**

Прийняття рішень можна розуміти як акт вибору альтернативи в наборі можливих альтернатив або як більш широку перспективу процесу, що складається з різних фаз, таких як визначення проблеми, відкриття альтернативи, вибір альтернативи та прийняття рішення, оцінка. Важливими проблемами в цьому сценарії є складність і невизначеність ситуації прийняття рішення або існування кількох суперечливих цілей.

Багато робіт припускають, що особа, яка приймає рішення, є економічною людиною, тобто людиною, яка [4]:

1. Повністю поінформована.
2. Нескінченно чутлива.
3. Раціональна.
4. Здатна впорядковувати ситуації за певним критерієм, який має бути максимальним.

Однак це перспектива, яка перевищує реальні людські когнітивні можливості. Нам цікаво, як люди насправді приймають рішення. Тривіально показати, що реальна людина не має повного знання свого контексту та різних кінцевих станів, до яких вона може дійти в результаті своїх дій. Тому властивості економічної людини (1) і (2) відкидаються. Тут ми припускаємо, що властивості (3) і (4) все ще зберігаються. Стосовно (3) ми підкреслюємо, що бути раціональним не означає не мати емоцій, але бути здатним міркувати над помилками, заснованими на емоціях і цінностях. Нарешті, ми вважаємо, що ситуації з альтернативним результатом можуть бути впорядковані на основі його значень відповідно до переконань особи, яка приймає рішення.

Прийняття рішення [5, 6] – це процес логічного та усвідомленого вибору з доступних варіантів. Коли логічний вибір ґрунтується на ключових факторах, що визначають успіх конкретної орієнтованої на організацію стратегії, цей процес називається прийняттям стратегічного рішення. Стратегічні рішення важливі, тому що без них дії не будуть плануватися відповідно до стратегій організації.

Сьогодні методи прийняття рішень застосовуються в кількох сферах, таких як управління бізнесом та розробка програмного забезпечення. На додаток до цих прийомів існують інструменти, які допомагають особам, які приймають рішення, у процесі прийняття рішень. Прикладами цих інструментів є системи підтримки прийняття рішень, які допомагають приймати рішення, і стратегічні інформаційні панелі для перегляду стратегічних показників.

Спосіб забезпечення загальної базової мови, що об'єднує концепції для управління рішеннями та обробки стратегічних індикаторів, полягає у визначенні онтології. Ця онтологія дозволяє структурувати знання таким чином, щоб сприяти їх розумінню та комунікації, і, отже, її можна використовувати як основу для створення інструментів, що підтримують прийняття стратегічних рішень. Крім того, ця онтологія буде використовуватися в майбутніх версіях для забезпечення можливостей міркування, таких як пропозиції на вимогу.

Труднощі у прийнятті рішень виникають через невизначеність та/або недостатнє знання проблемної ситуації та наявних ресурсів, слабку структуру завдання та багатокритеріальний вибір [7]. Формалізацію

прикладної задачі, вибір процедури вирішення, організацію роботи особи, що приймає рішення, і експертів здійснює консультант-аналітик. Впровадження в процес прийняття рішень систем підтримки прийняття рішень (СППР) знижує рівень суб'єктивності шляхом вирішення проблем недостатності та невизначеності вихідної інформації.

Онтології корисні для представлення знань і дуже важливі для інженерії знань. Назва “онтологія” використовується більше двох десятиліть і стосується широкого кола галузей, таких як штучний інтелект. Онтологія повинна бути розроблена таким чином, щоб відповідати проблемам, які переважали в її розвитку. Наприклад, онтологія для обслуговування комп'ютера повинна відповісти на будь-яке питання, пов'язане з діагностикою збою комп'ютера на основі даних, наданих користувачем.

Загальне визначення онтології – це “явна та формальна специфікація спільної концептуалізації” [8]. Елементи цього визначення слід розуміти так:

- Концептуалізація: абстракція явища, отримана шляхом визначення понять, відповідних цьому явищу;
  - Формальний: вказує на те, що онтології інтерпретуються машиною;
  - Явна специфікація: це означає, що поняття онтології та обмеження, пов'язані з їх використанням, визначені декларативно;
  - Спільний: стосується того факту, що онтологія фіксує консенсусне знання.
- Розглянемо загальний погляд на основні типи онтологій [9, 10]:

- Онтологія високого рівня: цей тип онтології представляє концепції незалежно від контексту чи ситуації. При цьому, оскільки концепції поза контекстом, вони повинні бути загальноприйнятими людьми. За допомогою цього підходу можна представити все або майже все.
- Онтологія домену: як випливає з назви, цей тип онтології задуманий у певному контексті. Це система знань, пов'язаних із галуззю, якою можуть бути сільське господарство, тваринництво, цивільне будівництво тощо.
- Онтологія завдань: цей тип онтології використовується в контексті вирішення проблем для представлення концепцій, пов'язаних із конкретними завданнями, які виконуються. Це можуть бути завдання, пов'язані з дизайном, або ті, що пов'язані з хірургічною операцією.
- Онтологія програми: онтологія програми є досить специфічною, оскільки вона пов'язує дві конкретні онтології, одна з яких є онтологією домену, а інша – онтологією завдання. Іншими словами, це концептуалізація завдань, які виконують актори поля, коли вони працюють. Прийняття рішення складається з наступних етапів:
  - Підготовчий етап складається з визначення проблеми прийняття рішення згідно онтології. Іншими словами, необхідно визначити мету, область, поточний контекст проблеми, а також критерії та можливі обмеження.
  - Фазу колективного розуміння проблеми можна розглядати як продовження фази підготовки. Дійсно, він складається з обміну загальним баченням проблеми з усіма учасниками та пошуку згоди щодо того, як реалізувати розроблений процес.
  - Фаза створення рішення полягає у виробленні альтернативних ідей для вирішення проблеми.
  - Фаза обговорення та конфронтації точок зору настає після фази генерації, щоб дозволити учасникам уточнити свої внески, аргументуючи їх, щоб заручитися підтримкою найбільшої кількості.
  - Фаза прийняття рішення відбувається після фази переговорів і конфронтації рішень. Вона полягає у відборі відповідно до попередньо визначених критеріїв ідей, які були схвалені максимальною кількістю учасників або які досягли консенсусу в групі.
  - Етап моніторингу охоплює весь процес прийняття рішень, щоб будь-яку проблему можна було вчасно усунути. Він також включає генерацію звіту про весь процес прийняття рішень і забезпечує їх виконання. Для цього наприкінці процесу прийняття рішення буде згенеровано документ, який стане основою для подальшої роботи.

Роботи, виконані Hernandez і Mothe і Lechchine, дозволяють виділити вісім етапів побудови онтології [11]:

Крок 1: Специфікація вимог до онтології: цей крок полягає у визначенні сфери знань онтології, її типу, цілей, на які вона спрямована, і її майбутнього використання. Він також визначає обсяг і методи, які повинні використовуватися для вилучення концепцій.

Крок 2: Вибір корпусу: це вибір документів, з яких будуть витягнуті концепції.

Крок 3: Лінгвістичне дослідження корпусу для виділення термінів та їхніх зв'язків: цей крок дозволяє ідентифікувати терміни, що представляють домен, а також зв'язки, які їх пов'язують.

Крок 4: Нормалізація результатів кроку 3: полягає в ідентифікації та визначенні понять і семантичних зв'язків між поняттями та термінами.

Крок 5: Моделювання онтології: складається з використання мови онтології для формального представлення семантичної мережі, розгорнутої на кроці 4.

Крок 6: Побудова структури онтології: це складання ієрархії концепцій онтології без надмірностей і неоднозначності та можливих нових зв'язків.

Крок 7: Перевірка онтології експертом(ами) предметної області: робота попереднього етапу має бути схвалена фахівцями в галузі.

Крок 8: Оновлення онтології: оскільки будь-яка область підлягає змінам/еволюції, важливо, щоб відповідні онтології регулярно оновлювалися шляхом додавання нових концепцій або переформулювання інших.

Після встановлення процесу необхідно визначити п'ять основних параметрів:

1. Мета рішення.
2. Мета та обсяг прийняття рішення.
3. Кількість осіб, які приймають рішення.
4. Тривалість процесу.
5. Анонімність.

На основі цих параметрів були розроблені питання, на які має відповісти онтологія. Нижче наведено їх у порядку пріоритету:

1. Прийняття рішень є багатокритеріальним чи однокритеріальним?
2. Які моделі співпраці слід використовувати для цього процесу?
3. Які люди, які приймають рішення (навички, якості, характеристики і т.д.), повинні брати участь у цьому процесі?
4. Яка достатня кількість осіб, які приймають рішення?
5. Якою має бути тривалість процесу?
6. Чи потрібна анонімність для цього процесу?

Наведені вище запитання дозволяють зрозуміти, що причиною розробки онтології є “необхідність розрізняти знання про поле та оперативні знання”.

### Висновки

Процес прийняття рішень це складний процес, який починається із запитання та може призвести до вказівки на відповідь, яка є вирішенням початкової проблеми. Важливо відзначити, що прийняття рішення є чимось суттєво відмінним від рішення, яке є результатом процесу прийняття рішення. У більшості випадків етапи складаються з багатьох (одночасних або послідовних) дій, подій, процесів, пов'язаних зі збором інформації, обробкою, перевіркою тощо. У деяких випадках прийняття рішення можна розглядати як складний процес, що включає багато “підрішень”, що передують розпізнаванню вихідного рішення проблеми. Існує принципова онтологічна відмінність між процесом прийняття рішення та його результатом – рішенням. Крім того, надання більш еластичних меж прийняття рішень може призвести до того, що прийняття одного рішення матиме більше ніж одне рішення як результат.

### Література

1. Іохов О. Ю. Застосування онтології задачі вибору для опису процесів взаємодії суб'єктів управління. 2021. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/52520>
2. Карпов І., Буров Є. Особливості застосування онтологій в системах підтримки прийняття рішень: теоретичний та практичний аспект. *Grail of Science*. 12-13. 2022. С. 307-310. URL: <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/view/57>
3. Bravo M. Methodology for ontology design and construction. *Contaduría y administración*. 64.4. 2019. URL: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-10422019000500015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-10422019000500015&script=sci_arttext)
4. Haupt G. Hierarchical thinking: a cognitive tool for guiding coherent decision making in design problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*. 28.1. 2018. P. 207-237. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-016-9381-0>
5. Insaurralde C.C. Uncertainty in avionics analytics ontology for decision-making support. *Journal for Advances in Information Fusion*. 2019. URL: <http://confcats.isif.s3.amazonaws.com/web-files/journals/entries/Uncertainty%20in%20avionics%20analytics%20ontology%20for%20decision-making%20support.pdf>
6. Lytvyn V. Methods of building intelligent decision support systems based on adaptive ontology. *Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP)*. IEEE, 2018. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8478500/>
7. Song R. Context-aware BPM using IoT-integrated context ontologies and IoT-enhanced decision models. *21st Conference on Business Informatics (CBI)*. Vol. 1. IEEE, 2019. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8808051/>
8. Rahim, N. R., Nordin, S., & Dom, R. M. (2019). A Clinical Decision Support System based on Ontology and Causal Reasoning Models. *Jurnal Intelek*, 14(2), 187-197.
9. Euzenat, J., David, J., Locoro, A., & Inants, A. (2015). Context-based ontology matching and data interlinking.
10. Sánchez, D., Batet, M., Isern, D., & Valls, A. (2012). Ontology-based semantic similarity: A new feature-based approach. *Expert Syst. Appl.*, 39, 7718-7728.
11. Hermann, H. (2006). *Knowledge Representation and the Semantics of Natural Language*.

## References

1. Iokhov O.Y. Application of the ontology of the choice problem to describe the interaction processes of management subjects. 2021. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/52520>
2. Karpov I., Burov E. Peculiarities of using ontologies in decision support systems: theoretical and practical aspects. Grail of Science. 12-13. 2022. P. 307-310. URL: <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/view/57>
3. Bravo M. Methodology for ontology design and construction. Contaduría y administración. 64.4. 2019. URL: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-10422019000500015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-10422019000500015&script=sci_arttext)
4. Haupt G. Hierarchical thinking: a cognitive tool for guiding coherent decision making in design problem solving. International Journal of Technology and Design Education. 28.1. 2018. C. 207-237. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-016-9381-0>
5. Insaurralde C.C. Uncertainty in avionics analytics ontology for decision-making support. Journal for Advances in Information Fusion. 2019. URL: [http://confcats\\_isif.s3.amazonaws.com/web-files/journals/entries/Uncertainty%20in%20avionics%20analytics%20ontology%20for%20decision-making%20support.pdf](http://confcats_isif.s3.amazonaws.com/web-files/journals/entries/Uncertainty%20in%20avionics%20analytics%20ontology%20for%20decision-making%20support.pdf)
6. Lytvyn V. Methods of building intelligent decision support systems based on adaptive ontology. Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). IEEE, 2018. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8478500/>
7. Song R. Context-aware BPM using IoT-integrated context ontologies and IoT-enhanced decision models. 21st Conference on Business Informatics (CBI). Vol. 1. IEEE, 2019. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8808051/>
8. Rahim, N. R., Nordin, S., & Dom, R. M. (2019). A Clinical Decision Support System based on Ontology and Causal Reasoning Models. Jurnal Intelek, 14(2), 187-197.
9. Euzenat, J., David, J., Locoro, A., & Inants, A. (2015). Context-based ontology matching and data interlinking.
10. Sánchez, D., Batet, M., Isern, D., & Valls, A. (2012). Ontology-based semantic similarity: A new feature-based approach. Expert Syst. Appl., 39, 7718-7728.
11. Hermann, H. (2006). Knowledge Representation and the Semantics of Natural Language.