

Методи Дослідження Задач Технологічного Передбачення: Короткий Огляд

О. Білоконь
ВМЗ НАН України
Київ, Україн
sasha_bilokon@ukr.net

An Overview of Methods for Foresight Problems Technological Innovation

О. Bilokon
Department of International Relations
NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine
sasha_bilokon@ukr.net

Анотація—проведено аналіз переваг та недоліків методів технологічного передбачення. Запропоновано сучасний та інноваційний метод для технологічного передбачення розроблений Мелісою Шілінг.

Abstract—the analysis of advantages and disadvantages of methods of technological forecasting is conducted. Melissa Schilling proposes a modern and innovative method for technological forecasting.

Ключові слова—національна інноваційна система України; технологічне передбачення; методи технологічного передбачення; інноваційна інфраструктура.

Keywords—National Innovation System of Ukraine; technological foresight; methods of technological foresight; innovation infrastructure.

I. ВСТУП

В даний час актуалізується важливе питання стану, процесу формування та розвитку Національної інноваційної системи України. Формування сучасної національної інноваційної системи України потребує акцентувати увагу на Інноваційну інфраструктуру – співпраця науки та бізнесу. Даний процес потребує вирішення головної проблеми яка заважає процесу формування та розвитку. Проблема – відсутність інформації у науки та бізнесу щодо розвитку відповідних технологій тобто передбачення параметрів та можливостей, продуктів, які стануть визначальними для споживача. Для вирішення проблеми, що існує потрібно визначити, які напрямки розвитку технологій потрібно удосконалювати та досліджувати науковцям. Та що саме в цих технологіях стане визначальним для споживачів та цікавим для бізнесу. Дана проблема потребує створення

інформаційної системи моніторингу технологічних інновацій. Для створення даної інформаційної системи потрібно вперш за все дослідити та проаналізувати існуючі методи інноваційного передбачення. Також хочу зауважити, що інноваційне передбачення впливає в свою чергу на визначення пріоритетів для розвитку інновацій, модернізують українську систему наукових досліджень та задають напрям інтеграції у виробництво, промисловість та бізнес.

II. МЕТОДИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПЕРЕДБАЧЕННЯ ТА ЇХ ОСОБЛИВОСТІ.

Технологічне передбачення це процес прийняття рішення для складних систем з людським фактором щодо їх можливої поведінки в майбутньому [1]. Для розв'язання задач передбачено низку методів якісного та кількісного аналізу [2, с. 635]. Технологічне передбачення характеризується універсальною сукупністю засобів та підходів, має назву методологія сценарного аналізу, та складається з чотирьох етапів передбачення [2, с. 635]: Розміри сторінки матеріалів публікації повинні відповідати формату А4.

- Перший етап – вивчення проблеми;
- Другий етап – якісний аналіз проблеми;
- Третій етап – написання сценаріїв;
- Четвертий етап – аналіз і вибір сценаріїв.

Стисло розглянемо різні методи технологічного передбачення, які використовуються на різних етапах передбачення та їх переваги та недоліки.

A. Метод сканування

Використовується на першому етапі «вивчення проблеми». Даний метод складається з наступних процедур [2, с. 635]:

- Створення груп експертів – фахівці в даній області. Процес пошуку відповідних експертів;
- Генерація ідей – кожний фахівець надає анотацію концептуального характеру своєї ідеї, анонімно. Процес нагромадження думок експертів;
- Розгляд анотацій – особи що приймають рішення (представники науки або бізнесу, виробництва. Можуть належати до груп експертів), вивчають анотації, найважливіша функція даної процедури це кластеризація всіх згенерованих ідей та думок. Процес кластеризації;
- Відбір конструктивних кластерів – особи що приймають рішення відбирають конструктивні кластери для подальшого вивчення та використання на наступних етапах передбачення.

Отже, основним недоліком даного методу є людський фактор який впливає на процес реалізації даного методу, а перевагою є, при умові реалізації даного методу, велика кількість та багатогранність ідей, концепцій.

B. Метод мозкового штурму

Використовується також на першому етапі – вивчення проблеми. Призначений для глибокого та інтенсивного вивчення проблеми у вузьких напрямках ідей і підходів [2, с. 635-636]. Даний метод складається з п'яти етапів.

- Етап – формування проблеми в вузькому фокусі на основі методу сканування;
- Етап – створення групи експертів відповідно до сформульованої вузької проблеми;
- Етап – в умовах обмеженого часу й заданого переліку критеріїв експерти «генерують» множину ідей щодо даної вузької проблеми.
- Етап – генеровані ідеї поділяються на дві групи: актуальні на майбутнє і актуальні на поточний період.
- Відбір і задокументування тих ідей і підходів, які будуть використовуватися на наступних етапах передбачення. Даний відбір може здійснювати інша група фахівців відповідальна за прийняття рішень.

Отже, цій метод має такі самі переваги та недоліки, як і метод сканування.

C. Метод Делфі

Використовується на другому етапі де здійснюється якісний аналіз проблеми. Даний метод полягає в одержанні висновків групи експертів щодо поведінки в майбутньому однієї або декількох зв'язних між собою характеристик досліджуваної системи. Отримані результати використовуються для побудови можливих сценаріїв поведінки системи. Практично даний метод зводиться до виконання наступних дій:

- Підбір групи експертів;
- Формулювання цілей;
- Розробка форми опитування;
- Опитування експертів за відповідним опитувальним листом;
- Проведення статистичної обробки даних з метою синтезу нових результатів;
- Аналіз отриманих результатів
- Якщо експерти коригують результати повертаємось знову до п.5;
- Проведення додаткового аналізу задля отримання консенсусного рішення.

Отже, основним недоліками та перевагами даного методу є тіж самі, які висвітлювались вище.

D. Метод перехресного впливу

Запропонований у [2, с. 636-637] ґрунтується на використанні експертних оцінок щодо подій, які могли б охарактеризувати майбутнє на певному відрізку часу. Метод складається з наступних процедур:

- Визначення подій які відображають сценарії майбутнього;
- Оцінювання вихідної ймовірності виникнення кожної з подій;
- Побудова матриці перехресного впливу, розмірність $N \times N$, де N – кількість вибраних подій;
- З використанням методів моделювання складних систем. Зокрема імітаційного моделювання, стохастичного моделювання та ін. проводиться оцінка ймовірності того, що певні події відбудуться;
- Таж процедура, що і в п. 4 тільки для ймовірностей реалізації кожного можливого сценарію.

Основним недоліком цього методу є те, що він не приймає до уваги можливу розмитість значень ймовірності.

E. Метод аналізу ієрархій

Був розроблений американським математиком Томасом Л. Сааті і базується на його відомих результатах у сфері неструктурованого прийняття рішень також цей метод використовують для візуалізації майбутнього [2, с. 637]. Метод ґрунтується на «причинній» перспективі процесів, що закладаються в основу розробки сценаріїв майбутнього. При застосуванні методу використовуються ієрархічні мережі. Даний метод має переваги у формалізації і застосуванні алгоритмів.

F. Метод моделей Байеса

Запропоновано в [2, с. 638] використовується для оцінки ймовірностей подій для кожного сценарію і базується на розрахунку умовних імовірностей здійснення тієї чи іншої події:

$$P^c \left(\frac{C_j}{\Pi_1, \dots, \Pi_N} \right) = \frac{P^0(C_j) P^c \left(\frac{\Pi_1}{C_j} \right) P^c \left(\frac{\Pi_2}{C_j, \Pi_1} \right) \times \dots \times P^c \left(\frac{\Pi_N}{C_j, \Pi_1, \dots, \Pi_{N-1}} \right)}{\sum_{i=1}^{K=2^N} P^0(C_i) P^c \left(\frac{\Pi_1}{C_i} \right) P^c \left(\frac{\Pi_2}{C_i, \Pi_1} \right) \times \dots \times P^c \left(\frac{\Pi_N}{C_i, \Pi_1, \dots, \Pi_{N-1}} \right)} \quad (1)$$

де $P^c()$ умовні ймовірності виникнення сценарію C_j ; $P^0()$ - апріорні ймовірності виникнення кожного із сценаріїв. Даний метод застосовується наступними кроками:

Для конкретної проблеми технологічного передбачення формуються можливі сценарії C_j майбутнього розвитку на певному часовому інтервалі, $j = 1, \dots, 2^N$ шляхом застосування інших методів технологічного передбачення або вербально. Сценарії, що розглядаються повинні взаємно виключати один одного і всі сценарії повинні бути максимально повними;

Виконується оцінка апріорних ймовірностей $P^0(C_j)$ виникнення кожного із цих сценаріїв, $j=1, \dots, 2^N$. Це може бути здійснено, наприклад, шляхом застосування методу Делфі;

Визначається перелік найбільш важливих подій Π_i , $i = 1, \dots, N$, які можуть відбутися за умови здійснення сформульованих можливих сценаріїв майбутнього;

Повторна оцінка ймовірностей виникнення кожного із сформульованих сценаріїв з урахуванням у п.3 найважливіших подій. Отримані ймовірності називаються відкориговані і мають характер умовних;

Для візуалізації тенденцій, пов'язаних з кожним з можливих сценаріїв майбутнього, доцільно зображати графічно.

Отже основним недоліком даного методу є те, що даний метод потребує виконувати велику кількість розрахунків, перевагами даного методу є те, що на основі цього розрахунку можливо побудувати програмне забезпечення для розрахунків у системі моніторингу інноваційної інфраструктури.

G. Метод написання сценаріїв

Використовується на третьому етапі передбачення, застосовуючи дев'ятикрокову емпіричну процедуру побудови сценаріїв, що запропоновано Давидом Лоувірджем, запропоновано [2, с. 641].

- визначення цілі написання сценарію;
- розробка програми STEPPV;
- введення припущень у сценарій;
- побудова альтернативної схеми подій;
- написання сценарію;
- аналіз сценарію з урахуванням розгалужень і повторних моментів;
- формулювання політики для суб'єкта сценарію;
- розробка альтернативних стратегій поведінки суб'єктів сценарію;

- оцінювання альтернативних стратегій методом імітаційного моделювання.

Отже даний метод від більш абстрактних категорій розглядає емпіричні дані. основним недоліком даного методу є те що дослідник стикається зі складністю узагальнення для розуміння загальних системних функцій. а перевагами можна вважати емпіричні процедури які націлені на практику.

III. МЕТОД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПЕРЕДБАЧЕННЯ МЕЛІССИ ШІЛЛІНГ[]

Якщо всі вище згадані методи оперують більш абстрактними і узагальненими категоріями то метод для технологічного передбачення розроблений Меліссою Шілінг акцентує увагу на практику. Тобто методи - це не просто дослідні інструменти: вони пов'язані з тим, як, наприклад, вчені уявляють собі зв'язок між різними точками зору на природу реальності і на те як її слід виявляти [5, с. 32-35].

Взагалі вчені обґрунтовуючи спостережіаємі закономірності використовують два основних типи теорій:

- тип «теорії середнього рангу» - які працюють між гранд теоріями і емпіричними результатами;
- тип «гранд теорії» - які працюють на більш абстрактному і узагальненому рівні [5, с. 32-35].

Кожний тип теорій має свої переваги та недоліки наприклад теорії середнього рангу більш акцентують увагу на емпіричних результатах тобто безпосередньо взаємодіють з практикою, перевагами можна вважати наявність практичних прикладів, які простіше формалізувати для побудови математичних моделей для системи моніторингу інноваційної інфраструктури. Недоліками є складність узагальнення для розуміння загальних системних функцій. В гранд теоріях, які побудовані на узагальненнях та абстракціях недоліками є відсутність чіткого розуміння практики, що саме ускладнює формалізацію та побудову математичних моделей, а перевагою є те, що даний тип теорії надає більш чіткіше уявлення про загальну функціональність системи.

Тому даний метод слід розглянути детально він складається з трьох кроків:

- крок перший – визначити вектор;
- крок другий – визначити стан розвитку технології;
- крок третій – обрати мету.

Розгляд особливостей даного методу проводиться паралельно з прикладами із практики. Мелісса Шеллінг розвиток технології називає «напрямом» або «траєкторією» та стверджує що технології розвиваються різноспрямована [3, с.54-61]. На приклад комп'ютери розвивались за такими основними напрямками, як: продуктивність і компактність тобто збільшувалась продуктивність та зменшувались габаритні розміри. Вектор змін тут швидкість та розмір.

A. Крок 1. Визначити вектор

На першому кроці потрібно проаналізувати історію розвитку технології. Провести аналіз та виявити які споживчі переваги надавав продукт та, як зміни його форми або функцій змінили технологічну основу інноваційного продукту. Приклад: в історії розвитку технології звукозапису були шість векторів розвитку, а саме: десинхронізація, вартість, якість, широта вибору, портативність і персоналізація.

На даному етапі головне відшукати основні вектори розвитку технології, які в свою чергу можна розкласти на складові. Важливо побачити всю картину цілком. Приклад: якщо технологія звукозапису має можливість перезапису це являється формою персоналізації. Виділивши персоналізацію як основний вектор задаємося питанням як люди захочуть персоналізувати свою музику. Важливо виділити вектори оптимально не узагальнюючи і не звужуючи. Вибір векторів визначається знанням галузі.

B. Крок 2 Визначити на якому етапі розвитку знаходиться технологія.

Даний етап вимагає визначити стан розвитку тієї чи іншої технології і побудувати графік корисності. Для того щоб розібратися з особливостями цього етапу потрібно розглянути приклад запропонований Меллісою Шилінг з галузі автомобілебудівництва, а саме розробка технології швидкості і її корисності для споживачів. Якщо раніше автомобілі або як їх називали саморушійна повозка, яка працювала на пару були занадто повільними і не надійними щоб зацікавити споживачів. Кінний екіпаж був надійніше тобто менше виходив з ладу, слугував більше і швидкість була вища. Тому у винахідників була мета випередити кінний екіпаж і поки швидкість автомобіля знаходилася на тому ж рівні що і у кінного екіпажу вона не приносила користі споживачам. Але коли на початку ХХ ст. автомобіль зміг набирати швидкість до 25 км / год споживачі почали цікавитися цим винаходом тобто крива корисності стала рости. А коли швидкість уже в кінці ХХ ст. досягла 180-240 км / год і при цьому потрібно врахувати той факт що споживачі таку швидкість рідко розвивають то крива корисності вирівнюється що говорить про малий інтерес підвищеними швидкостями, споживачів. На сьогодні вектор розвитку технологій переходить в інший напрям розвитку технологій: витрата палива, прискорення, безпека, надійність.

C. Крок 3 Обрати мету

Даний заключний етап вимагає оцінити перспективність розвитку технологій і найголовніше цю оцінку потрібно зробити з боку важливості для споживачів різних векторів змін технологій. Дану оцінку можна зробити у вигляді матриці важливості технологічних аспектів. Даний приклад проілюструє як цю матрицю побудувати.

ТАБЛИЦЯ І. ТАБЛИЦЯ І МАТРИЦЯ ВАЖЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ

Аспект (вектор зміни технології)	Важливість для споживача від 1 до 5	Об'єм росту технології від 1 до 5	Простор вдосконалення	Всього
Витрати палива	5	1	1	7
прискорення	2	3	2	7
безпека	3	5	4	12
надійність	4	4	3	11
ціна	5	2	2	9

З цього прикладу видно що технологія безпеки важливіше для споживачів. Після, побудови матриці, потрібно зробити коригування мети. Дослідник може оцінити галузь і зрозуміти куди рухається ринок.

Отже основним недоліком даного методу є те що дослідник зтикається зі складністю узагальнення для розуміння загальних системних функцій, а перевагами можна вважати наявність практичних прикладів які простіше формалізувати для побудови математичних моделей для системи моніторингу інноваційної інфраструктури.

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз наявних методів технологічного передбачення їх переваг та недоліків. На основі проведеного аналізу можна стверджувати про відсутність абсолютної переваги окремого напрямку. Більш чіткий вибір методу має бути продиктований умовами застосування, тобто властивостями інноваційної інфраструктури та системи моніторингу. На основі інноваційного методу для технологічного передбачення, розробленого Мелісою Шілінг, маємо можливість в подальших розвідках на основі практичних прикладів апробувати проаналізовані методи для дослідження особливостей застосування у системі моніторингу для технологічного передбачення.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Zgurovsky M.Z., Pankratova N.D. System analysis: Theory and Applications. Springer. – 2007. – 475 p.
- [2] Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні: монографія / Кол. Авторів. – Київ: Наукова думка, 2010. – с. 1008.
- [3] Меліса Шиллінг Інновации: на что делать ставку Harvard Business Review, декабрь 2017. – с.54-61.
- [4] Melissa Schilling *Strategic Management of Technological Innovation* McGraw-Hill Education, 2017.
- [5] А.Браймен, Э. Белл. Методы социальных исследований. Группы, организации и бизнес / Пер. с англ. – Х.: Изд-во Гуманитарный Центр, 2012. – 776 с.