

Науково-методичні підходи прийняття рішень на основі методу CLD-аналізу

У статті розглядається сутність методу CLD-аналізу для прийняття рішень. На основі існуючої теоретичної бази систематизовано основні вимоги та принципи побудови CLD-діаграм. З метою наочного пояснення застосування методу CLD-аналізу розглянуто приклад прийняття рішення з метою підвищення продуктивності праці на підприємстві, виявлено переваги даного методу аналізу.

Ключові слова: CLD-аналіз, системний підхід, прийняття рішень, експоненціальний зв'язок, балансуючий зв'язок, DMAIC-метод, трудові ресурси.

Вступ. Постановка проблеми

Сучасна економічна наука містить доволі значну кількість наукових підходів та методів аналізу соціально-економічних процесів та явищ. Але не завжди застосування широко визнаних та перевірених часом наукових методів аналізу може дати результат, на який очікують і який би відповідав меті дослідження. Такі методи аналізу і прийняття рішень, як будівництво дерева рішень, алгоритму, карти дій, матриць, діаграм, аналітичний аналіз мають, з одного боку, ясні покрокові методики для застосування і є порівняно не складними для застосування, але, з іншого боку, такі «комфортні» методи іноді можуть завести у безвихідь або привести до прийняття невірної або не оптимальнішого рішення. Натомість є аналітичний інструмент, який рідко застосовується, але є цінним виходячи з різних аспектів. Цим методом є метод CLD-діаграм (Causal Loop Diagram), який є основоположним інструментом, що використовується в аналізі динаміки перетворень різноманітних систем (економічних, біологічних, соціальних, технічних та ін.). Метод побудови та аналізу CLD-діаграм був створений для розуміння поведінки складних систем. З огляду на порівняно низький рівень вивченості даного методу в вітчизняній науковій літературі, а також його високу ефективність та можливість застосування у різних сферах [2, 3, 4, 5], метою даного дослідження є визначення сутності, основних принципів застосування і обґрунтування доцільності використання методу CLD-аналізу при прийнятті рішень в соціально-економічній сфері.

Сутність методу CLD-аналізу

В 1950 р. доктор Джей Форрестер започаткував аналіз системної динаміки. Тридцять років потому Пітер Сендж у своїй праці «П'ята дисципліна» детально описав іншу унікальну дисципліну – системне мислення, використовуючи метод CLD-аналізу як її центральне ядро [5].

Даний метод широко застосовується в закордонній практиці як інструмент системного мислення. Він надає можливість описати поведінку систем різного типу шляхом виявлення складових даної системи, виявлення зв'язків між цими складовими

Лукаш Ольга Анатоліївна, асистент кафедри економіки Сумського державного університету.

© О.А. Лукаш, 2009

та встановлення типу зв'язків. Зазвичай сутність методу полягає в графічному зображенні взаємозв'язків та виявленні кінцевих результатів, що дає можливість зрозуміти поведінку соціо-еколого-економічної системи та спрогнозувати її розвиток в майбутньому. Від кожної складової системи до іншої, з якою вона має зв'язок, зображується стрілка з позначкою «+» або «-», в залежності від ефекту, який досягається, а кожна петля (loop), що отримується завдяки таким зв'язкам позначається буквою R (reinforcing) чи B (balancing). «R» означає що всередині даної петлі утворюються такі причинні зв'язки, які спричиняють експоненціальне зростання чи кризу. Тобто це означає, що кожна складова сама по собі та вся їх сукупність разом збільшують негативні наслідки. «B» означає, що причинні зв'язки всередині петлі спричиняють балансування системи, тобто система намагається стримувати кризу.

CLD-діаграмам притаманна унікальна можливість виявити та візуально зобразити заплутані системні процеси та їх першочергові причини. Поведінка кожної системи є специфічною через вплив на неї різних факторів. Вплив деяких з цих факторів може бути змінено, вплив других не можливо змінити, а вплив інших можна мінімізувати. CLD-діаграмами дають уявлення про системний обернений зв'язок в різних процесах, показуючи, як змінна X впливає на змінну Y, і, у свою чергу, як змінна Y впливає на змінну Z через низку причин та ефектів. При зображенні і дослідженні всіх таких взаємодій змінних стає зрозумілою поведінка всієї системи. З використанням CLD-методу особі, що приймає рішення, більш не має потреби зосереджуватися лише на одній взаємодії між двома змінними, натомість стає можливим сконцентрувати всю увагу на вивченні поведінки всієї системи разом зі всіма її змінними, а також факторами, що здійснюють вплив, та ефектами, які отримуються. Лише за допомогою здійснення такого повного аналізу організації, компанії та установи можуть приймати рішення та впроваджувати різноманітні зміни, що буде мати довготривалий ефект.

Вимоги до побудови CLD-діаграм

При побудові CLD-діаграм необхідно дотримуватися певних правил. По-перше, при визначенні теми діаграми слід з'ясувати, що саме необхідно дослідити і на яке питання отримати відповідь, тобто метою даного методу є краще розуміння взаємозв'язків певних процесів на основі системного аналізу і виявлення зв'язків і залежностей. По-друге, вибір вірної часової шкали також є важливим моментом при зображенні CLD-діаграм. Для різних соціо-еколого-економічних процесів періоди часу, в які відбуваються основні зміни процесу, різняться. При аналізі деяких явищ доцільним також є зображення часових діаграм, тобто зображення процесів, що відбуваються протягом якогось часу графічно. Для цього необхідно визначити проміжок часу, основні складові процесу і тип графіку. Графічне зображення деяких процесів може виявити деякі взаємозв'язки і спростити подальше зображення CLD-петель в CLD-діаграмах. Одним із головних і одночасно складових моментів CLD-аналізу є визначення меж діаграми – скільки і яких складових вона має включати. Якщо не вірно відповісти на це питання, то в результаті діаграма буде перевантажена зайвими несуттєвими елементами, які будуть заважати її сприйняттю, розумінню та загальному аналізу і висновкам. Тому в даному випадку можна застосувати таке правило: якщо при збільшенні значення додаткової складової удвічі або такого ж її зменшення суттєвого впливу на явище, що досліджується, виявлено не буде, то такою складовою можна знехтувати. Алгоритм побудови, основні вимоги до складових CLD-діаграм та приклади викладено в таблиці 1 [3].

Таблиця 1 – Вимоги до змінних та побудови CLD-діаграм

№	Алгоритм побудови та основні вимоги	Приклад
1	2	3
1	При виборі складової (змінної) CLD-схеми необхідно використовувати іменники для її назви. Необхідно також уникати вживання дієслів та фраз, що описують дію, тому що сама дія передається за допомогою стрілок в петлях. Збільшення чи зменшення однієї змінної відносно іншої передається в діаграмах за допомогою позначок «+» або «-»	Наприклад, краще використовувати слово «витрати», ніж «збільшення витрат», тому що зменшення «збільшення витрат» є незрозумілим
2	Необхідно використовувати змінні, що можуть бути виражені кількісно та змінюються у часі	Наприклад, неможливо говорити про збільшення чи зменшення «стану НПС», але «кількість шкідливих речовин, що потрапляють у водні об'єкти» може змінюватися
3	Якщо можливо, необхідно обирати більш «позитивне» значення імені змінної	Наприклад, більш зрозумілим є збільшення або зменшення «зростання», ніж «спаду»
4	Необхідно враховувати всі можливі непередбачені раніше наслідки разом з очікуваними наслідками кожної дії, що зображена і включена в діаграму	Наприклад, «інтенсивність виробництва» може викликати, з одного боку, збільшення «випуску продукції», а з іншого – може збільшити «напруження (кризу) виробництва» і зменшити «якість продукції»
5	Всі балансуєчі петлі є цілеспрямованими процесами, тому завжди необхідно чітко виокремлювати цілі, що керують процесами в петлі для розуміння їх сутності	Наприклад, балансуєча петля зображує процес, при якому підвищення «якості» призводить до зниження «дій щодо покращення якості», що є доволі незрозумілим. Але, при чіткому виокремленні «бажаної якості» як цілі в даній петлі, ми маємо змогу побачити, що в дійсності «зміна якості» керує діями щодо її поліпшення. Це означає, що чим менше змінюється якість, тим менше ми намагаємось її підвищити, що і пояснює наведений приклад процесу петлі
6	Важливо розрізняти при зображенні петель дійсний стан речей і стан, який ми сприймаємо. Сприйняття зазвичай змінюється повільніше, ніж реальність. Розуміння прийнятного стану за реальний може призвести до небажаних наслідків і невірних дій	В попередньому наведеному прикладі, якщо ми в петлі замість «реальної якості» візьмемо для аналізу «прийнятну якість», то в результаті замість балансуєчої петлі отримаємо експоненціальну, що є помилковим
7	Якщо змінна має множину наслідків, необхідно намагатися об'єднати їх одною назвою для завершення петлі	Наприклад, в якості об'єднуючого терміну «стратегії виходу з кризи» щодо реакції підприємства на неефективну його діяльність може розумітися значна кількість дій (реструктуризація підприємства, диверсифікація)

1	2	3
		виробництва, залучення додаткових коштів ззовні, аналіз і зниження собівартості продукції та ін.)
8	Всі дії зазвичай можуть мати як коротко- так і довгострокові наслідки. Тому доцільно зображувати короткі петлі, що зображують наслідки дії в короткій перспективі, а також довгі петлі, що показують в процесі розвитку подій довгострокові наслідки	Наприклад, коротка петля може показати, що «підвищення заробітної платні вдвічі» є дієвим інструментом для мотивації робітників і «підвищенні продуктивності праці» і «ефективності виробництва», і ця дія підвищує «ефективність виробництва» (петля є експоненціальною). Але, зображення більш детальної петлі, процеси якої відбуваються в більш довгому проміжку часу, показує, що «підвищення заробітної платні вдвічі» призводить до виснаження «матеріальних фондів» підприємства, що не підкріплюється відповідним зростанням «продуктивності праці», і призводить в свою чергу призводить до різкого зниження «ефективності виробництва» (петля є балансуною). Так, в решті решт, ми розуміємо, що насправді значне підвищення заробітної платні може лише посилити низьку «ефективність виробництва»
9	Якщо зв'язок між двома змінними не є очевидним і потребує подальших роз'яснень, необхідно або перейменувати змінні або додати проміжну змінну	Наприклад, зв'язок між «попитом» і «якістю» (збільшення «попиту» веде до зменшення «якості продукції») буде більш зрозумілим, якщо доповнити його проміжною змінною «інтенсивність виробництва» («попит» збільшує «інтенсивність виробництва», що призводить до зниження «якості продукції»)
10	Для визначення напрямку зв'язку в петлі (виду петлі) (балансиюча (B) або експоненціальна (R)), необхідно обрахувати кількість «+» в петлі. Непарна кількість «+» притаманна балансуночій петлі (що змушує діяти в зворотному напрямку). Парна кількість або відсутність «+» вказує на експоненціальний вид петлі. Після зображення петлі і її маркування літерою «R» чи «B» необхідно перевірити, чи узгоджуються зв'язки всередині петлі поставленим маркуванням	Наприклад, при «банківській кризі» зменшується «довіра вкладників» («←»), що призводить до збільшення «вилучення вкладів» («←»), це в свою чергу зменшує «платоспроможність» банку («←») і ще більше посилює кризу банку («←»). Таким чином ми маємо експоненціальний вид петлі, а з іншого боку, відсутність «+» (маємо лише «←») також підтверджує експоненціальність петлі і її маркування літерою «R»

Урахування вище зазначених вимог при побудові CLD-діаграм дозволить уникнути помилок при визначенні зв'язків між змінними і основних факторів впливу, а також сприятиме прийняттю оптимальних рішень згідно поставленої мети.

Застосування методу CLD-аналізу при прийнятті рішень

З метою більш детального пояснення застосування методу CLD-аналізу наведемо приклад його застосування при прийнятті рішень. Приклад ілюструє ситуацію, коли виникає необхідність прийняття рішення щодо підвищення ефективності використання трудових ресурсів. Пропонуємо розглянути ситуацію, коли відбувається зниження продуктивності праці на підприємстві через певний рівень захворюваності робітників. По-перше, необхідно наглядно дати пояснення щодо процесу побудови CLD-діаграми. Виходячи з сутності і принципів побудови CLD-діаграм, вона містить стрілки, що поєднують змінні і показують, як одна змінна впливає на іншу, утворюючи таким чином так звані CLD-петлі (CLD loops). На рис. 1 наведемо елементи CLD-діаграми стосовно прикладу з трудовими ресурсами. Верхня частина рисунку показує, що кількість робітників, які захворіли, впливає на кількість працездатних працівників. Крім того дві інші стрілки позначені знаками «+» та «-». Знак «-» означає, що перша зміна впливає на другу змінну в оберненому напрямі. Тобто в даному прикладі, якщо збільшується кількість робітників, які захворіли, то кількість працездатних робітників зменшується. Знак «-» розташовується біля закінчення стрілки, як це зображено на середній стрілці рисунку. Знак «+» означає, що зміна першої змінної змінюють другу в тому ж самому напрямку. Нижня стрілка рисунку показує таку ситуацію, коли зменшення кількості працездатних робітників призводить до зниження продуктивності праці.

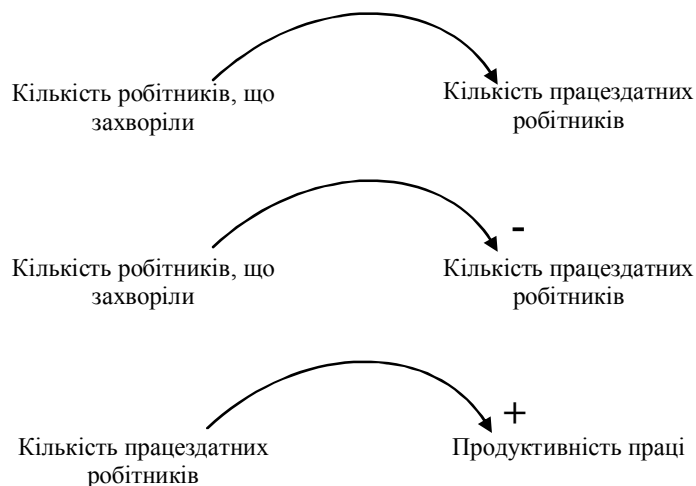


Рис. 1. Приклади елементів CLD-діаграм

Таким чином, коли на підприємстві виникає ситуація, що спостерігається суттєве зниження продуктивності праці через те, що значна кількість робітників повідомляють, що захворіли і не мають можливості вийти на роботу, можна припустити, що не достатньо досвідчений менеджер одразу ж прийняв би рішення для поліпшення стану здоров'я працівників шляхом впровадження програм оздоровлення, наприклад безкоштовного відвідування спортивних секцій. Такий менеджер навіть міг запропонувати побудувати власну поліклініку для робітників підприємства. Утілення цих двох ідей дійсно може призвести до покращення стану здоров'я працівників, але

також може викликати суттєві додаткові витрати і в решті решт призведе до зниження ефективності діяльності підприємства. З другого боку більш досвідчений менеджер для вивчення ситуації і підвищення ефективності використання трудових ресурсів обрав би метод DMAIC. Даний метод відноситься до методології «Шість сигм» і разом з методом CLD-аналізу, який є менш поширеним у застосуванні, дозволяє удосконалювати різні аспекти процесів виробництва. Таким чином, в зазначеній нами вище проблемній ситуації вважається більш доцільним поєднане застосування DMAIC та CLD-методів аналізу і прийняття рішень.

Вважаємо за доцільне дати пояснення DMAIC-методу. В сучасній економіці застосування методології «Шість сигм» вважається обов'язковою відмінною рисою компаній світового рівня. Ця методологія включає набір нових і традиційних методів забезпечення якості. Але «6s» не слід розглядати як простий розвиток традиційних методів, таких як, наприклад, статистичні методи управління виробничими процесами. Ця методологія дійсно містить застосування відомих методів управління якістю, але поєднує їх з такими новітніми підходами, як методи економної організації виробництва (lean manufacturing) або процедура удосконалення виробничих процесів, що має назву DMAIC-методу. Дане скорочення утворюється за першими літерами англійських слів, що означають такі етапи циклу проведення удосконалень, як постановка задачі (define), проведення вимірювань і збір даних (measure), аналіз (analyze), удосконалення (improve) та контроль ефективності удосконалень, що впроваджені (control). Методологія «6s» в сучасній літературі достатньо описана [1].

Стосовно наведеного нами прикладу на етапі постановки задачі (define) особа, що приймає рішення, має визначити цілі удосконалення діяльності підприємства та перевірити їх відповідність стратегії підприємства. На етапі проведення вимірювань і збору даних (measure) відбувається збір даних, шляхом опитування «Які фактори впливають на кількість працездатних робітників?». Проведення опитувань серед представників робітників підприємства, а також членів органів управління виявило, що існує значна кількість таких факторів (рис. 2), наприклад:

- кількість робітників на навчанні, підвищенні кваліфікації (дома та за межами підприємства);
- кількість робітників, які повідомили про те, що захворіли;
- кількість робітників, що спізнюються;
- кількість робітників, що тимчасово задіяні у інших відділах та управліннях.

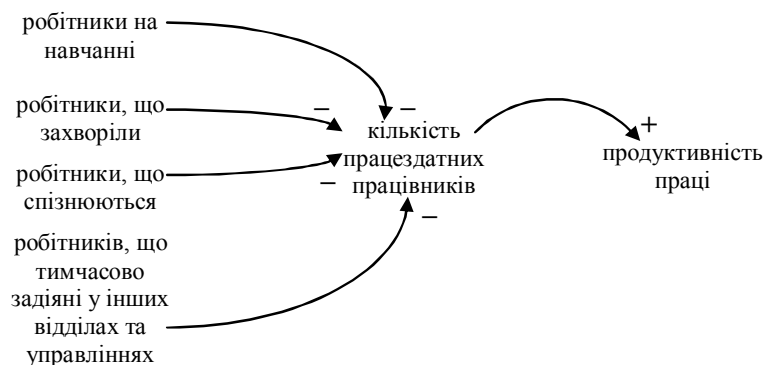


Рис. 2. Кількість працездатних працівників

Далі постає питання, що буде відбуватися далі: якими будуть наслідки зниження продуктивності праці. На рис. 3 наведені такі наслідки відповідно до результатів спостережень, опитувань та вивчення документів.

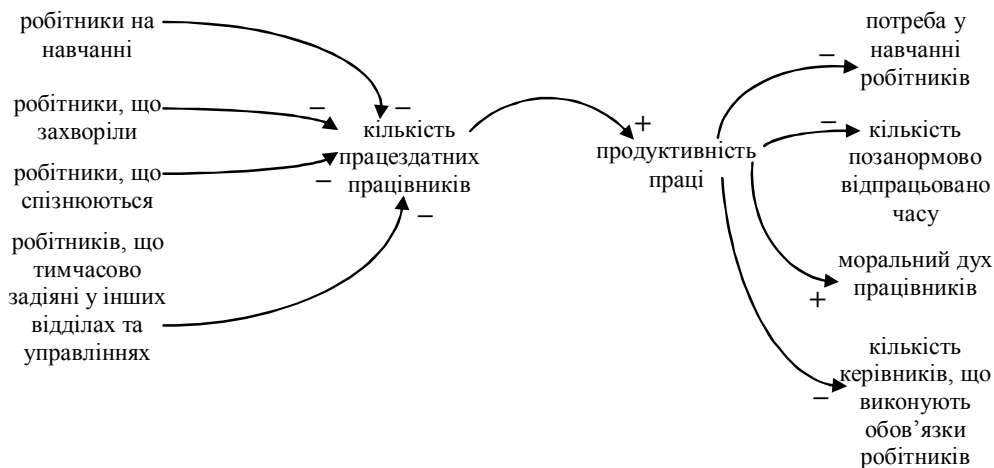


Рис. 3. Наслідки зниження продуктивності праці

Зниження продуктивності праці матиме такі наслідки для підприємства:

- 1) зростає потреба у навчанні робітників і підвищення їх кваліфікації через помилкове розуміння природи зниження продуктивності, яка сприймається менеджерами як результат недостатнього рівня кваліфікації робітників;
- 2) для підтримання або підвищення рівня продуктивності праці керівники вимагають, щоб працівники залишалися на роботі і працювали позанормово;
- 3) знижується моральний дух працівників, через те, що більшість робітників прагне працювати якомога краще, але через брак трудових ресурсів продуктивність все одно знижується і керівники звинувачують робітників;
- 4) в ситуації коли продуктивність знижується, керівники прагнуть знайти оптимальне рішення для поліпшення ситуації і навіть можуть почати виконувати обов'язки відсутніх працівників.

Зрозуміло, що причин і наслідків зниження продуктивності праці може бути набагато більше, але пропонуємо для прикладу взяти лише наведені вище і трансформувати рис. 3 у CLD-діаграму, яка буде ілюструвати до яких наслідків призводять певні фактори і яким чином. В результаті дослідження було зображено CLD-діаграму (рис. 4), яка містить чотири експоненціальні (reinforcing) зв'язки, які мають вигляд петлі і позначаються літерою R, і один балансуєчий зв'язок (balancing) – позначається літерою B. Слід також зазначити, якщо наслідок дії деякого фактору відбуваються у більш тривалій перспективі, ніж інші наслідки, то на рисунку таке уповільнення дії процесу зображується двома рисками, які перекреслюють стрілку, що показує зв'язок, наприклад таке уповільнення спостерігається на петлі R3. Таким чином за допомогою побудови даної CLD-діаграми особа, що приймає рішення, усвідомлює, що прийняті для підвищення продуктивності праці рішення насправді призводять лише до її зниження (це показано на рис. 4 за допомогою чотирьох експоненціальних

Розділ 4 Макроекономічні механізми

зв'язків). І навіть рішення про необхідність позанормової праці не є достатньо дієвим, хоча на CLD-діаграмі отримуємо балансуєчий зв'язок (B1). Дійсно, якщо працівники змушені працювати позанормово, то це призводить до умовно більшої кількості робітників, здатних працювати. Але такі працівники використовують максимально свій потенціал, збільшуючи умовно кількість працездатних працівників, реально не отримуючи додаткових ресурсів. Таке рішення може мати короткостроковий результат, але в подальшій перспективі негативні наслідки можуть ще більш посилитися.

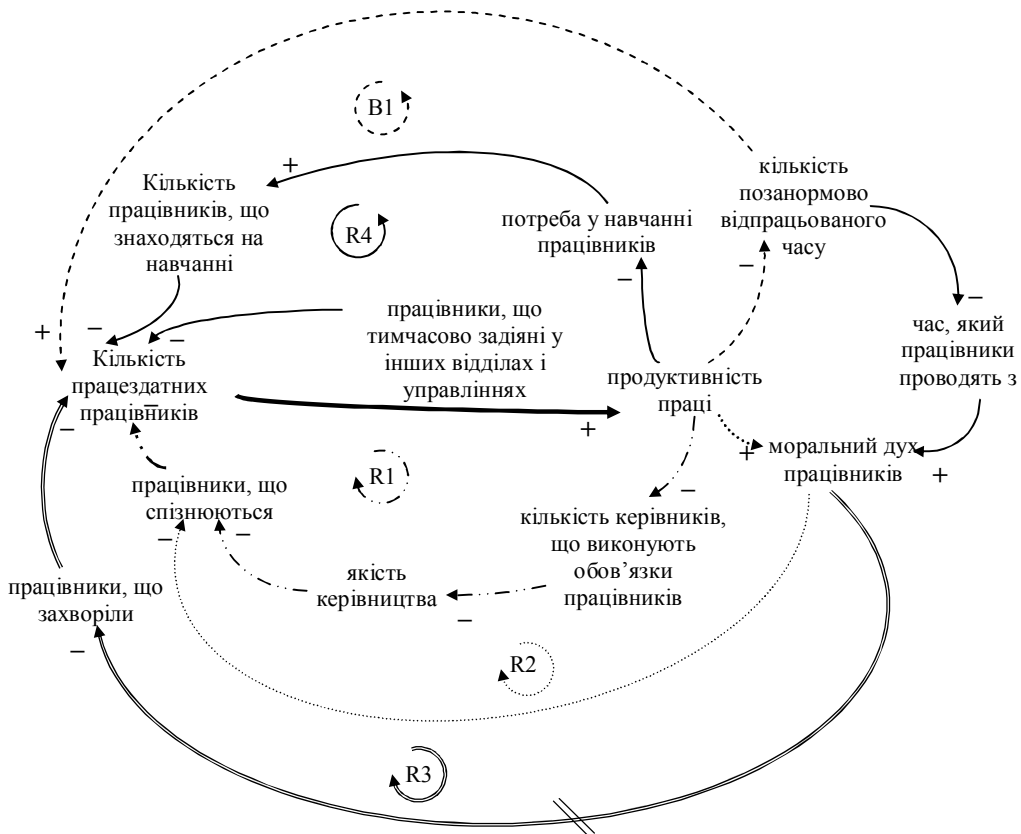


Рис. 4. CLD-діаграма факторів і наслідків зниження продуктивності праці

Таким чином, аналізуючи CLD-діаграму и дивлячись на ситуацію, що склалася, як на цілісну систему, стало можливим запропонувати деякі дієві рішення щодо підвищення продуктивності праці, а саме:

- необхідно визначити, чи можливо відізнати раніше працівників, що знаходяться на навчанні;
- необхідно провести перемовини з іншими відділами і управліннями, в яких тимчасово задіяні працівники, чи можливо скоротити їх термін зайнятості там;
- необхідно оцінити результативність відвідування працівниками навчальних курсів і семінарів. Якщо навчання робітників не сприяло досягненню цілей

підприємства, реалізації його стратегії і не мало інших позитивних впливів на загальну його діяльність, можливо, варто прийняти рішення про відміну навчання робітників, тим самим вивільняючи додаткові трудові ресурси;

- необхідно повідомляти робітників про їх права і обов'язки, дії при захворюванні чи запізненні на роботу, а також слід нагадувати про існуючі процедури покарання за зловживання цими ситуаціями;

- необхідно аналізувати, чи є такі відділи і управління, які можуть тимчасово надати свої працівників [5].

Названа вище низка дій при зниженні продуктивності праці є менш витратною у порівнянні із наданням безкоштовних абонементів працівникам для відвідування спортивних залів або із будуванням поліклініки. В цьому і полягає перевага методу CLD-аналізу. Побудова такої діаграми дозволила менеджерам підприємства системно побачити проблему і наслідки різних рішень. Це ще раз підтверджує, що, за умови побудови CLD-діаграми у відповідності з основними вимогами і принципами вона є дієвим інструментом прийняття низьковитратних ефективних рішень.

Висновки

Таким чином, можна зробити висновок про доцільність і ефективність застосування CLD-методу для прийняття ґрунтовних господарських рішень, вирішення соціально-економічних проблем. За побудови петель в схемах даного підходу більш очевидними стають зв'язки та відсутні елементи, що також сприяє формуванню ефективних стратегій розвитку і підвищенню ефективності діяльності підприємств.

- 1 Джеймс МакЛин. Превращение качества в надежность или почему надежность не становится качеством с течением времени : [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.management.com.ua/qm/qm097.html>.
- 2 Causal loop diagram : [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://en.wikipedia.org/wiki/Causal_loop_diagram.
- 3 Daniel H. Kim. Guidelines for Drawing Causal Loop Diagrams : [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.thesystemsthinker.com/tstgdlines.html>.
- 4 Peter Slood. Population Dynamics in Vensim. Casual Loop Diagrams : [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://artemis.wszib.edu.pl/~slood/9_1.html.
- 5 William M. Rushing. Causal Loop Diagrams: Little Known Analytical Tool : [Електронний ресурс]. — Режим доступу : www.isixsigma.com/library/content/c071015a.asp.

Отримано 25.12.2008 р.

О.А. Лукаш

Научно-методические подходы принятия решений на основе метода CLD-анализа

В статье рассматривается сущность метода CLD-анализа. На основе существующей теоретической базы систематизированы основные требования и принципы построения CLD-диаграмм. С целью наглядного объяснения применения метода CLD-анализа рассмотрен пример принятия решений с целью повышения производительности труда на предприятии, выявлены преимущества данного метода анализа.

Ключевые слова: CLD-анализ, системный подход, принятие решений, экспоненциальная связь, балансирующая связь, DMAIC-метод, трудовые ресурсы.