

Лекція 1 Визначення та методологічні засади побудови систем моніторингу.

Прогресивні зрушення в економіці не виникнуть самі по собі. Для їх досягнення необхідні зусилля керівництва країни (політичні, правові, організаційно-економічні перетворення), менеджерів усіх рівнів (реструктуризація економічних об'єктів, галузей, економіки в цілому), вчених (удосконалювання методів дослідження функціонування та розвитку економічних систем).

Всі економічні об'єкти функціонують у складі економічної системи і знаходяться під впливом навколишнього природного й економічного середовища. Ці впливи не завжди бувають сприятливими і для виконання поставленої цілі об'єкт повинний змінювати свої стани, що досягнеться за рахунок управління. Цілями або задачами управління можуть бути підтримка деякого бажаного стану (наприклад, стабільності функціонування) об'єкта при впливі на нього різного роду впливів, що обурюють, визначення такого режиму роботи, при якому досягається максимум прибутку, максимум продукції, що випускається, або мінімум собівартості цієї продукції. Для управління об'єктом необхідно знати і передбачати його поведінку при різних зовнішніх впливах. Для цього необхідно мати у своєму розпорядженні модель функціонування об'єкта і одержувати інформацію про стан об'єкта (зворотний зв'язок) і зовнішні впливи. У такий спосіб для керування об'єктом необхідно мати цільову функцію роботи об'єкта, модель його функціонування, систему моніторингу його внутрішніх станів і зовнішніх впливів на нього.

Серед різних способів рішення задач управління особливе місце як серед штучних систем, побудованих людиною, так і серед систем управління, що функціонують у живих організмах, особливе місце займають системи, які використовують принцип зворотного зв'язку. Це дозволяє створювати системи, які ефективно працюють в умовах, що змінюються. Реалізація зворотного зв'язку найбільш успішно здійснюється системами моніторингу.

Для систем моніторингу економічного характеру, інформаційно-аналітичної служби по дослідженню економічних чинників у територіальних і галузевих секторах ринку, аналізу і керування банківською діяльністю прийнятне визначення: система моніторингу (СМ) - це спеціально розроблений механізм здійснення постійного спостереження за найважливішими поточними показниками і визначальними їх реквізитами економічної діяльності об'єкта в умовах постійно мінливої кон'юнктури ринку з врахуванням наукового супроводу впровадження новацій, моделювання, прогнозування і системного аналізу економічних подій і процесів, пошук залежностей, виявлення аномалій.

В Україні відбувається не тільки структурна перебудова економіки та її галузей, спрямована на стабілізацію і подальший підйом виробництва, але й вдосконалювання організаційних форм управління і його механізму. Створюються нові технологічні напрямки, організаційні структури, відбувається становлення ринкових механізмів. Випередженими темпами розвиваються наукомісткі напрямки виробництва, значну частину яких визначають сучасні інформаційні технології, що самі по собі досить складні і динамічні. В цих умовах інформаційні технології, неодмінно використовувані у всіх новаціях і відіграючи в них основну роль, також повинні удосконалюватися і забезпечувати більш високі результати ефективності функціонування. У цьому напрямку підвищення ефективності досягається використанням новітніх досягнень техніки, технології, засобів зв'язку, інформаційних і програмних систем, а також організаційних форм їх застосування. Все це, у першу чергу, відноситься до вдосконалювання функцій менеджменту. На більш високому рівні повинні діяти системи програмно-цільового, стратегічного й оперативного управління, оптимізації, контролю й обліку, моніторингу.

Світ зараз знаходиться на перехідному етапі від індустріального до інформаційного суспільства, тому важливість інформації та інформаційного забезпечення все більше зростає. Збільшується швидкість світових процесів розвитку, і щоб не відстати від світового прогресу керівним органам різних

рівнів потрібна повна всебічна інформація про перебіг подій і тенденції розвитку суспільних та економічних процесів. В усіх розвинених державах усе більше уваги приділяють системам інформаційного забезпечення управління. Розроблені і впроваджені комплексні потужні програми та системи інформування. Відзначається глобалізація та об'єднання цих систем. Активно використовуються геоінформаційні системи, збільшується обсяг і швидкість обміну інформацією.

На сьогодні склалась ситуація, яка вимагає перебудови засад інформаційної діяльності в державі та, перш за все, створення систем моніторингу і відповідної бази, яка забезпечить управління повною, об'єктивною і актуальною інформацією для компетентного всебічно зваженого підходу до підготовки і прийняття рішень будь-якого рівня.

Перехід від галузевих принципів управління до функціональних, зміна цілей, задач і функцій міністерств і відомств, органів управління на місцях - все це потребує переосмислення, доповнення і коригування основних напрямків, задач і функцій інформаційно-аналітичної діяльності. Для ефективного виконання своїх функцій органи управління будь-якого рівня в будь-який момент часу повинні мати в своєму розпорядженні достовірну і вичерпну інформацію про соціально-економічний стан об'єкту управління (підприємства, галузі, регіону, України загалом). Нині інформація, необхідна для прийняття управлінських рішень, розподілена по відомчих, галузевих і територіальних (регіональних) системах, не збирається і не накопичується централізовано в потрібному обсязі для оперативного комплексного аналізу в інтересах органів управління усіх рівнів. Нині типовою є ситуація, коли органи управління усіх рівнів забезпечуються інформацією низької якості і в недостатній кількості. Разом з тим, аналіз динаміки і прогнозування зміни соціально-економічних показників надзвичайно важливий для обґрунтування управлінських рішень. Актуальність задачі моніторингу та інформаційно-аналітичної підтримки рішень органів управління всіх рівнів незмірно зростає в даний момент, коли здійснюється стратегія економічного і соціального розвитку України.

Термін «моніторинг» для позначення цілеспрямованого спостереження за одним або більш об'єктами деякої системи в просторі і в часі з'явився тільки в ХХ столітті, хоча цілі, принципи і методи моніторингу використовувалися з тих пір, як у практику ввійшов термін «управління». Цей факт можна пояснити тією обставиною, що функції моніторингу були “вбудовані” в процес управління і розчинялися у терміні «інформаційна система». Система моніторингу та інформаційна система поняття не тотожні. Система моніторингу більш специфічна і виконує цілком визначені функції. Моніторинг (від латинського *monitor* - нагадуючий, наглядаючий) - це безупинне спостереження за економічними (або будь-якими іншими) об'єктами, аналіз їх діяльності як складова частина управління. Таким чином, у широкому понятті моніторинг є функція управління (теж у широкому понятті). В той же час слід відзначити підвищення рівня інтелектуалізації систем моніторингу, коли на них покладаються інформаційно-аналітичні функції, обробка інформації, наукове супроводження спрямовані на поширення інформаційної бази для розробки пропозиції щодо вдосконалення механізму державного регулювання економічного розвитку, стратегії і тактики реформування.

Системи моніторингу, аналізу і прогнозування соціально-економічного розвитку економічних об'єктів призначені для накопичення, зберігання, всебічного аналізу різної структурованої інформації і прогнозування територіальних і галузевих соціально - економічних процесів. Предметна область інформаційно-аналітичних ресурсів систем орієнтована на підтримку прийняття управлінських рішень на всіх рівнях.

У тих випадках, коли використовуються тільки елементи моніторингу, має місце як би кустарне використання систем моніторингу. При цьому не виконуються їх принципи, розрахункові значення критеріїв оцінки роботи СМ, технологія і структура, що робить моніторинг малоефективним. В системах моніторингу треба враховувати вимоги до формування інформаційних потоків, визначення характеру, частоти надходження, обсяги інформації, уявлення про те, яка інформація необхідна для підготовки прийняття рішень.

Системи моніторингу, найважливіша складова управління економічними об'єктами, вимагає для свого визначення, становлення і вивчення наукового підходу, важливим інструментом якого є класифікація. Класифікація являє собою спосіб упорядкування, встановлення зв'язків і відношень між властивостями і функціями СМ. У процесі класифікації визначаються класи - групи об'єктів, що мають визначені загальні ознаки, що забезпечують їхнє зіставлення й ідентифікацію, шляхом установлення приналежності до визначеного класу. Визначення класифікації має і прикладне значення, тому що визначає спільність принципів технологічних і функціональних методів дослідження, розробки, побудови і забезпечення функціонування систем і об'єктів моніторингу.

У функції системи управління звичайно включаються не тільки задачі прийняття конкретних рішень, але і задача формування і корекції цільової функції, моделі функціонування об'єкта і вироблення основних напрямків формування управлінських рішень.

Вироблення управлінських рішень у світі перепроєктування управлінських бізнес-процесів та реструктуризації менеджменту проводиться в умовах децентралізації економічних механізмів та делегування повноважень з прийняття рішень менеджерам середнього і нижнього рівнів управління. Це потребує побудови систем підтримки прийняття рішень і перепроєктування систем інформаційного забезпечення, орієнтації його на широке застосування систем моніторингу. Ефективність функціонування економічного об'єкту будь-якого рівня визначається ефективністю управління ним. Управління, як специфічна функція для узгодження різних видів діяльності економічного об'єкта, забезпечує планування, організацію, мотивацію, контроль та регулювання діяльності. Планування включає встановлення мети діяльності, визначення необхідних ресурсів та шляхів для досягнення мети. Контроль забезпечує порівняння досягнутих результатів із запланованими. У разі виявлення значних розбіжностей здійснюється регулювання, тобто вносяться відповідні корективи в плани або в організацію залежно від причин відхилень.

Для нормального виконання розглянутих функцій управління потрібна інформація. Таку інформацію повинна надавати насамперед система моніторингу, яка виявляє і систематизує дані про господарську діяльність економічного об'єкту, середовище його функціонування.

Проблеми інформаційного забезпечення управління економічними об'єктами вимагають значних зусиль. Інформаційне забезпечення - це підтримка процесів управління об'єктами економіки засобами систем баз даних і знань. Реалізується шляхом концентрації і використання інформації в базах даних і знань.

Побудова розвинутої ринкової економіки вимагає не тільки перепроєктування систем інформаційного забезпечення, але і розширення предметної області використовуваних даних і знань, підвищення оперативності, різкого розширення й ускладнення функцій обробки інформації, глибокого використання алгоритмів аналізу і прогнозування. Якщо в надрах адміністративно-командної системи предметну область інформаційного забезпечення складали, в основному, результати діяльності об'єкта керування, то в умовах ринкової економіки ця область значно розширюється за рахунок обов'язкового моніторингу інформації про ринок і його зміни, конкурентах і новаціях в області появи нових продуктів і технологій. Розширення області застосування інформаційного забезпечення, вимога відображення динаміки стану об'єкта і зовнішніх умов його функціонування (ринку) вимагають обов'язкового використання систем моніторингу. Ця обставина ще раз підтверджує актуальність обраної теми дисертації.

Функціонування економічних об'єктів, особливо з другої половини минулого століття, характеризується фундаментальним використанням систем моніторингу для забезпечення менеджменту. У такий спосіб системи моніторингу давно вже завоювали своє місце в економічній діяльності. Але їх побудова і функціонування здійснювалося без розробки фундаментальної методології і технології застосування. Науково обгрунтована методологія застосування такої важливої функціональної підсистеми управління, як

моніторинг повинна спиратися на її точне визначення, формулювання місця системи моніторингу (СМ) у вирішенні проблем створення розвинутої ринкової економіки в Україні, визначення функцій, визначення принципів створення і функціонування. Тому СМ повинна бути обґрунтована як самостійний напрям у якості основної функціональної підсистеми в системі управління економічними об'єктами.

Моніторинг є найважливішим аспектом інформаційної діяльності. Тому можна говорити: “інформаційний моніторинг”. Але звичайно говорять просто “моніторинг”, припускаючи, що він саме інформаційний.

Моніторинг - це найважливіший атрибут процесів управління, зв'язаний із вирішенням питань дослідження деякої проблеми, спостереженням за ситуацією плину і розвитку деякого процесу, у тому числі за станом ринку, із метою попередження фінансових криз. Здійснювати моніторинг можна навіть для маловідомих процесів, адже для того, щоб почати їх вивчати і досліджувати потрібно за щось “зацепитися” і мати якісь індикатори, показники, за якими можна оцінювати поведінку досліджуваної ситуації. Коли задача моніторингу зрозуміла, його організація принципових складностей не складає: виділяються внутрішня і зовнішні сфери, сприятливі і негативні чинники, визначаються джерела інформації і вимоги до неї і починається спостереження за ситуацією. Складніше організувати моніторинг у недостатньо вивчених ситуаціях. А з ними на практиці частіше за все доводиться мати справу. Проблемні області, в яких виникають такі ситуації, звичайно характеризуються наступними особливостями: великою динамічністю зміни ситуації, необхідністю з'ясування й уточнення задачі дослідження, неповторністю кожної події в процесі, суперечливістю вихідної інформації, інтуїтивністю критеріїв оцінки подій і рішень, хаотичністю поведінки (важкопередбаченістю) об'єкта дослідження і т.п. До таких проблем, зокрема, відносяться: попередження кризових фінансово-економічних явищ, оцінка можливих наслідків прийнятих політичних рішень, виявлення тенденцій і закономірностей розвитку подій у зоні міжнаціональних конфліктів, змістовний контроль і оцінка ефективності

виконання планів і програм, порушення діяльності великих виробничих корпорацій і багато чого іншого. У розглянутих проблемах для організації моніторингу необхідно застосовувати деяку методичну структуру дій, що підказує інформаційна практика, а саме:

1. З'ясувати проблемну ситуацію моніторингу, її структуру, виділити основні чинники, мету. Основні шляхи рішення: експертні методи, у тому числі “мозкова атака”.

2. Чітко визначити рамки предметної області, що підлягає дослідженню, у відповідності з метою моніторингу

3. Організувати структуру системи моніторингу, виділивши в ній змістовні рівні ієрархії й алгоритми переходу результатів моніторингу з нижнього поверху на верхній, для формулювання цільових результатів моніторингу. При проходженні інформації знизу нагору вона фільтрується. Фільтрація інформації повинна супроводжуватися додатковими звертаннями до інформації нижніх рівнів. Відсутність таких звертань знижує усталеність уявлення траєкторії об'єкта, що обстежується.

4. Ретельно вибрати індикативний набір ознак, за якими здійснюється моніторинг. Цей набір необхідно постійно аналізувати і по необхідності коригувати.

5. При проведенні моніторингу необхідно ретельно відпрацювати модель системи моніторингу, на котрій чітко визначена послідовність формування основного результату з часткових результатів спостережень, отриманих на об'єкті. Задача вирішується засобами обробки інформації, що використовуються у системах моніторингу.

6. Особливу увагу приділити засобам візуалізації результатів моніторингу, використовуючи монітор, графіки, таблиці, засоби подання розмірів і кольори.

7. Моніторинг звичайно розуміється як спостереження в часу за об'єктом. Якщо часова вибірка відсутня, її можна спробувати замінити пооб'єктною

вибіркою, виявляючи закономірності, що спостерігаються при переході від об'єкта до об'єкта.

Термін моніторинг використовується для визначення системи повторюваних цілеспрямованих спостережень за одним або більш елементами системи в просторі і в часу. Сама система моніторингу не включає діяльність з управління якістю функціонування економічної системи, але є джерелом інформації для прийняття значущих рішень у цьому напрямку. Схема системи моніторингу подана на рис.1.1.

Для контролю виконання програми моніторингу і внесення в неї корективів поставлені цілі моніторингу повинні бути конкретними, досяжними і підлягаючими перевірці. Формулюючи їх, варто враховувати специфічні риси системи моніторингу.

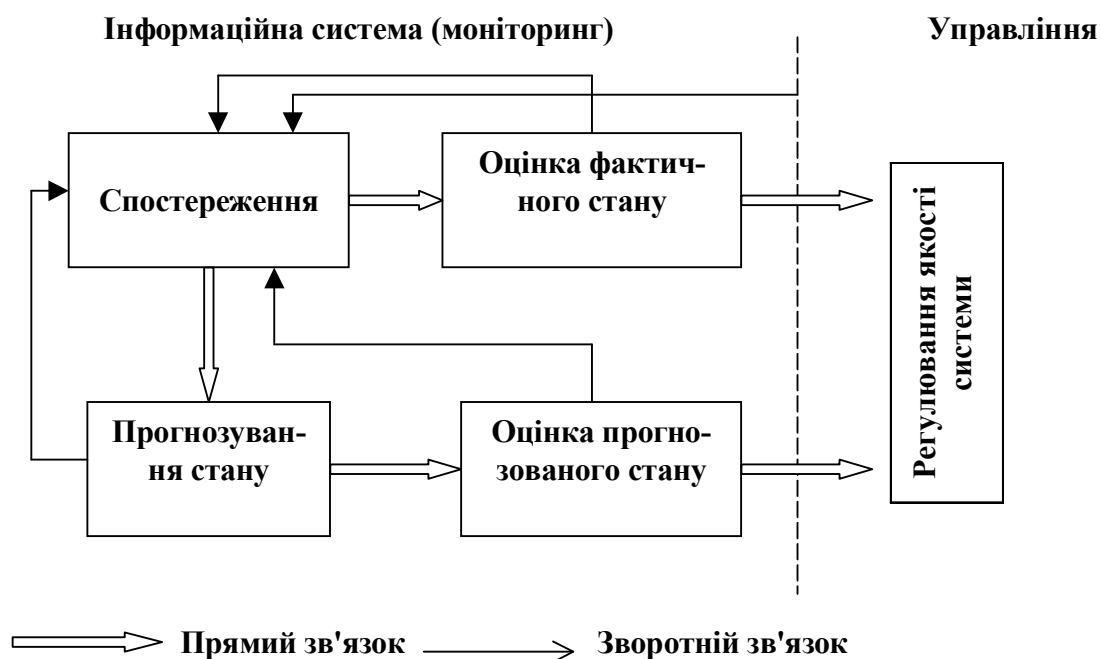


Рис. 1.1. Схема системи моніторингу.

Основна мета будь-якої програми моніторингу має інформаційний характер. Результатом досягнення цієї мети повинно бути отримання інформації, усунення тієї або іншої невизначеності або нестачі інформації.

Моніторинг орієнтований на конкретні об'єктні області і тісно пов'язаний з контролем і подальшим вживанням заходів на основі отриманої інформації. Часто моніторинг розуміється як постійне спостереження за яким-небудь процесом або системою з метою виявлення їх відповідності очікуваному результату. Останнє визначення вказує на нерозривний зв'язок моніторингу з управлінням, оскільки поняття «управління» в широкому значенні включає безперервне спостереження за об'єктом управління як найважливішу функцію, без реалізації якої управління неможливе. Наведене дає можливість сформулювати ключові властивості, що визначають моніторингу. Ними є:

- постійне спостереження за об'єктом або процесом, що може бути побудоване як безперервне;
- дискретне отримання даних з постійною або змінною дискретністю;
- епізодичні спостереження з виконанням деяких умов або сигналів.

Процес або система визначаються, як правило, множиною інгредієнтів (показників) параметрів, змінних, факторів, чинників тощо, інформація про значення яких цікавить спостерігача. Назвемо їх умовно вимірюваними величинами (ВВ). Звичайно ВВ утворюють зчислену множину або визначаються вектором. Отже, моніторинг передбачає наявність множини ВВ, яка може бути непостійною за своїм складом під час спостереження.

Реалізація моніторингу завжди має конкретну, чітко сформульовану мету, що визначається передусім об'єктною областю, до якої належить об'єкт моніторингу. Під об'єктом моніторингу розуміється спостережуваний процес, об'єкт або система. Моніторинг необхідний в ситуації переходу системи від незмінного стабільного стану до режиму розвитку і свідомого впливу на ситуацію, що вимагає відстеження поточних станів. Особливістю моніторингового спостереження (збирання інформації) є об'єктивність і незалежність отримуваних даних і захист даних про параметри, що фіксуються кількісно, від суб'єктивної інтерпретації.

Будь-яка доцільна діяльність пов'язана з реалізацією алгоритмів прийняття рішення, управління, планування, прогнозування, розподілу,

узгодження, координації тощо. Будь-який алгоритм для своєї роботи застосовує інформацію, для представлення якої створюється, орендується, купується або використовується в інший спосіб певна інформація. Поняття «системи моніторингу» дуже широке. Воно охоплює збирання, зберігання, обробку інформації, що надходить з різних джерел, і видачу її у заданій часовій, просторовій конфігурації. Це передбачає її суб'єктивну спрямованість. Конкретна СМ передбачає певну множину джерел інформації, споживачів інформації та їх запитів, технічну реалізацію і оснащеність усіма видами забезпечення функціонування. Якщо СМ стабільно функціонує у часі, то для неї визначена дисципліна формування попиту споживачів, джерел, технічної реалізації і всіх видів забезпечення.

Системи моніторингу можуть мати самостійне і забезпечуюче значення. Самостійна СМ видає моніторингову інформацію, отримання якої складає основну мету її функціонування. Забезпечуюча система моніторингу (ЗСМ) функціонує в інтересах забезпечення інформацією про об'єкт системи управління. Будь-яка система управління має забезпечуватися інформацією про об'єкт управління, проте цю роль не завжди виконують ЗСМ, її може відігравати інформаційна система в складі системи управління.

Відмінності ЗСМ та інформаційної системи в складі системи управління полягають у такому:

- функціонування забезпечуючої системи моніторингу чітко регламентоване і обмежене жорсткими правилами, які визначають джерела інформації, інформаційні комунікації, форму подання, дискретність її надходження та алгоритми обробки інформації;
- склад і структура забезпечуючої системи моніторингу конкретно визначені та оформлені у вигляді системи або окремої підсистеми, тоді як елементи системи моніторингу можуть бути вбудовані в систему управління або об'єкт управління;
- точнісні характеристики інформації, що постачається, чітко визначені та обгрунтовані: велика дискретність може негативно вплинути

на точність визначення координат динамічного об'єкта, мала дискретність створює надмірність інформації, що веде до перевантаження елементів забезпечуючої системи моніторингу та її комунікацій.

Мета і задачі моніторингу, а отже, структура і склад забезпечуючої системи моніторингу, визначаються об'єктною областю її використання. Перелік об'єктних областей застосування СМ такий широкий, що його важко вичерпно визначити. Як приклад можна навести перелік об'єктних областей, в яких термін «моніторинг» міцно влаштувався як основна функція. Це моніторинг у системах організаційного управління економічними об'єктами, в тому числі галузями та економікою держави; моніторинг у системі професійної освіти; моніторинг у системі фондового ринку; моніторинг при складанні бюджету країни; моніторинг при порівнянні планових і фактичних показників підприємств, об'єднань, галузей; моніторинг фінансового аналізу банківської діяльності; моніторинг за рухом товарів і грошей у торгово-промисловій компанії.

Цілі, задачі і параметри моніторингу в значній мірі визначаються призначенням і об'єктною областю, у якій він проводиться. Тому в ряді випадків доцільно на одній фірмі створювати декілька систем моніторингу, або одну систему моніторингу, але багатоканального характеру. При цьому варто мати на увазі, що оскільки загальноприйнятим є реалізація СМ засобами сучасних інформаційних технологій, то організаційно здійснення моніторингу не викликає складностей. Складніше визначити об'єкт моніторингу, його параметри й алгоритми обробки інформації для одержання кінцевого продукту системи моніторингу. У кожній об'єктній області може бути врахована її специфіка у визначенні моніторингу.

Функціонування будь-якого об'єкта, що має (або не має) у своєму складі спеціально виділений блок — систему управління, не може відбуватися успішно без постійного використання інформації про свій стан, стани навколишнього середовища, партнерів, конкурентів і можливих недругів. Здавалося б, це очевидно, але треба було багато часу для усвідомлення цього

факту, що й сприяло формуванню нового наукового напрямку - системи моніторингу. Як новий науковий функціональний напрям він перебуває в стадії становлення. Для його повного становлення і визнання чимало ще треба зробити. Необхідно розробити й обґрунтувати моделі і технології, використовувані для розробки систем моніторингу, методи оптимізації і управління, організаційно-правові норми, методи оцінки ефективності. Особливу роль у використанні систем моніторингу, переважно масштабних і розподілених, відіграє вирішення питань вибору використовуваної інформаційної технології. Система моніторингу за своєю сутністю має інформаційний характер, крім того, її основною місією є отримання, збирання та обробка інформації, що потребує вирішення комунікативних проблем і проблем побудови комп'ютерної мережі. Одним з основних призначень моніторингу є забезпечення інформацією систем прийняття рішень, частину функцій підготовки прийняття рішень візьме на себе система моніторингу. Це потребує особливої уваги до проблеми підвищення інтелектуального рівня системи обробки інформації і забезпечення її не тільки даними, а й знаннями.

Методологія визначає сукупність методів, використовуваних при знаходженні і становленні кожного напрямку функціональної системи.

Стосовно до системи моніторингу - це сукупність методів дослідження і пізнання принципів, критеріїв, технологій побудови і використання СМ. Кожний метод спирається на використання визнаних у його межах і випробованих моделях різної складності і рівня абстракції.

Формулюючи методологічні принципи створення і використання систем моніторингу, варто визначити його основні положення, визначальному логіку роботи і характер виконуваних призначень.

Треба насамперед виходити з місії, покладеної на СМ, при цьому варто враховувати і обмежені можливості побудови СМ.

Аналіз існуючих СМ і, головним чином, матеріалу, викладеного в [51] дозволяє сформулювати ті обмеження, знаходження в рамках котрих повинно забезпечити виконання методологічних принципів створення СМ. Ці

обмеження і визначають основні методологічні положення, яким повинні задовольняти створювані СМ.

Такими положеннями є:

1. Виконання вимог економічності при створенні СМ. Ретельно обгрунтована структура СМ, її склад, вибір ВВ і критеріїв спостереження вирішують дві проблеми СМ: забезпечення високого рівня якісних характеристик; мінімізацію вартості побудови і функціонування. Реалізацію виконання цього принципу забезпечують модельні дослідження побудови структури СМ, вибор якості і складу ВВ, розрахунок критеріїв оцінки СМ.

2. Забезпечення необхідної ефективності СМ. Технологічне устаткування, число і розподіл обслуговуючого персоналу повинні безумовно забезпечити необхідний рівень ефективності, обумовлений значеннями критеріїв оцінки і достатнім обгрунтуванням ВВ.

Будь-який економічний об'єкт (ЕО) протягом свого життєвого циклу проходить шлях, зумовлений його траєкторією. Число можливих траєкторій може бути незоро великим. Вибір траєкторії і забезпечення проходження по ній без несприятливих відхилень забезпечує система управління ЕО (СУЕО). Вона може успішно працювати, тільки одержуючи інформацію про стани ЕО, навколишнього середовища й ефективності ЕО (від системи контролінга). Найбільше повну і якісну інформацію такого роду забезпечує функціонування СМ. Тому якість її роботи визначає ефективність ЕО, і ця якість повинна задовольняти заданому рівню.

3. Управляємість СМ. За час життєвого циклу ЕО умови роботи СМ і вимоги до неї можуть змінитися. Якщо ці зміни ігнорувати, то якість роботи СМ, а отже і ЕО може змінитися у бік погіршення. Щоб цього уникнути, принцип управляємості повинний безумовно виконуватися. Для цього в складі СМ використовується блок управління СМ (БУСМ).

4. Відповідність рівня інформаційних процесів і ефективності СМ. Оскільки функціонування СМ носить інформаційний характер, то відповідність інформаційних процесів і їх характеристик повинно забезпечити ефективність

функціонування СМ. Найбільш значущими інформаційними процесами, що впливають на ефективність, є: ущільнення записів інформації, що циркулює у мережі СМ, вибір алгоритмів обробки інформації в СМ, алгоритми модельних досліджень для побудови СМ.

Якісна реалізація процесів ущільнення записів інформації, визначає вартість побудови СМ, особливо для масштабних і розподілених систем, причому ця залежність носить прямо-пропорційний характер, тобто виявляється дуже сильно.

СМ працює в інтересах забезпечення СУЕО і тому принципово алгоритми управління можуть бути включені в номенклатуру алгоритмів, реалізованих у СМ, але при цьому може бути порушена її цілісність. Щоб уникнути цього потрібно чітко розмежувати придатність алгоритмів. До складу СМ доцільно включити тільки типові алгоритми, реалізація яких включається в її основні задачі. До них, зокрема, відносяться алгоритми прогнозування характеру зміни значень ВВ, експертні алгоритми.

5. Узгодженість роботи СМ і СУЕО. Оскільки СМ і СУЕО працюють у тісній взаємодії, їх робота повинна бути погоджена. Таке узгодження найкраще робити шляхом встановлення нормативів значень критеріїв оцінки якості функціонування СМ. Особливе значення тут набуває критерій оцінки форми уявлення інформації в СМ і СУЕО.

6. Забезпечення високого рівня сучасних інформаційних технологій, використовуваних у СМ. Інформаційні технології мають вирішальний вплив на ефективність роботи СМ, тому вимоги до їх забезпечення повинні бути найвищими як з боку використовуваних технічних засобів, так і програмного забезпечення. Реалізація розглянутих положень здійснюється з використанням цілого ряду економіко-математичних моделей. Широке застосування знаходять моделі системного аналізу, комбінаторного аналізу, теорії штучного інтелекту, теорії диференціальних рівнянь, теорії імовірностей і математичної статистики, теорії інформації. Ці моделі використовуються для обґрунтування і дослідження інформаційних процесів, реалізованих у СМ.

Лекція 2. Класифікація та принципи побудови систем моніторингу.

1. Класифікація систем моніторингу в економіці.

2. Принципи побудови систем моніторингу.

1. Класифікація систем моніторингу в економіці.

Системи моніторингу, найважливіша складова управління економічними об'єктами, вимагає для свого визначення, становлення і вивчення наукового підходу, важливим інструментом якого є класифікація. Класифікація являє собою спосіб упорядкування, встановлення зв'язків і відношень між властивостями і функціями СМ. У процесі класифікації визначаються класи - групи об'єктів, що мають визначені загальні ознаки, що забезпечують їхнє зіставлення й ідентифікацію, шляхом установлення приналежності до визначеного класу. Визначення класифікації має і прикладне значення, тому що визначає спільність принципових технологічних і функціональних методів дослідження, розробки, побудови і забезпечення функціонування систем і об'єктів моніторингу.

Можна розглядати окремо класифікацію об'єктів моніторингу і класифікацію систем моніторингу. Ці класифікації природно будуть тісно взаємозалежні, тому обмежимося розглядом класифікації СМ.

Щодо об'єктів моніторингу висловимо лише одне розуміння. У якості об'єкта моніторингу може виступати люба економічна система або процес. По суті справи спостереженню підлягають не статичні або повільно мінливі характеристики об'єктів, а процеси, що відбуваються на цих об'єктах, і їх показники, що їх характеризують. Тому, коли мова йде про об'єкт моніторингу, вірніше говорити не про об'єкти, на яких виконується моніторинг, а про процеси, що відбуваються на цих об'єктах. Коли говорять, що вона забезпечує об'єкт, то мається на увазі, що СМ обслуговує процес функціонування об'єкта. Може застосовуватися цілий комплекс або багатоканальні СМ для забезпечення функціонування багатьох процесів, що відбуваються на великому об'єкті. Об'єкт має власні характеристики, але вони звичайно мають статичний характер і їх визначення не входить в область обслуговування СМ. Тому в даному випадку найменування об'єкта (наприклад назва промислового підприємства) лише ідентифікує ті процеси, що являють собою суб'єкт або суб'єкти моніторингу.

Найбільш зручною і наглядною є строго ієрархічна класифікація, але властива їй заборона на перетинання окремих класів не дозволяє її використовувати в багатьох випадках. Тому ми скористаємося не строго ієрархічною класифікацією, що допускає перетинання класів, але має властивість строго ієрархічної класифікації: кожний підклас має попередній

клас, що може бути не один (як у строго ієрархічній класифікації), але проте відношення підпорядкованості виражається цілком чітко.

Розподіл СМ по класах здійснюється на основі найбільш характерних властивостей (ознак), що властиві СМ. Такими ознаками є:

- предметні області призначення СМ;
- масштабність СМ;
- характер відношення об'єктів моніторингу до зовнішнього середовища;
- функціональна приналежність об'єктів, що спостерігаються;
- дисципліна дискретності спостереження.

Перераховані ознаки характерні для СМ і в той же час значно розрізняють між собою класи СМ.

Так, наприклад, системи моніторингу для організаційного управління (ознака приналежності до об'єктної області) і СМ спостереження технологічних процесів помітно відрізняються не тільки по складу і структурі, але і по видах ВВ, джерелам первинної інформації, методами знімання і передачі інформації, формою подання інформації.

На основі запропонованих ознак на рис. 1.2 приведена класифікація СМ.

Зображена на рис. 1.2 класифікація дає уявлення про розмаїтість об'єктних областей, масштабів і дисциплін використання систем моніторингу. У будь-якій предметній області розрізняються СМ великих, середніх і невеликих об'єктів. До великих економічних об'єктів можуть бути віднесені економіка країни, галузі, банківська система, великі фірми, великі банки. До середніх і невеликих об'єктів відносяться відповідні підприємства, торгові фірми, страхові компанії. У останні роки з'явилися нові об'єктні області, що раніше функціонували стихійно або обмежувались примітивним управлінням. Ускладнення і розростання таких систем, а також зростання їх значущості в підтримці економічного і соціального рівня суспільства висувають нові вимоги по управлінню, що вимагає у свою чергу використання СМ. На рис.1.2 такі системи названі системами гуманітарної сфери. Типовим прикладом такої системи є система освіти. Одержують розвиток також СМ у медицині, політиці, політології і соціології.

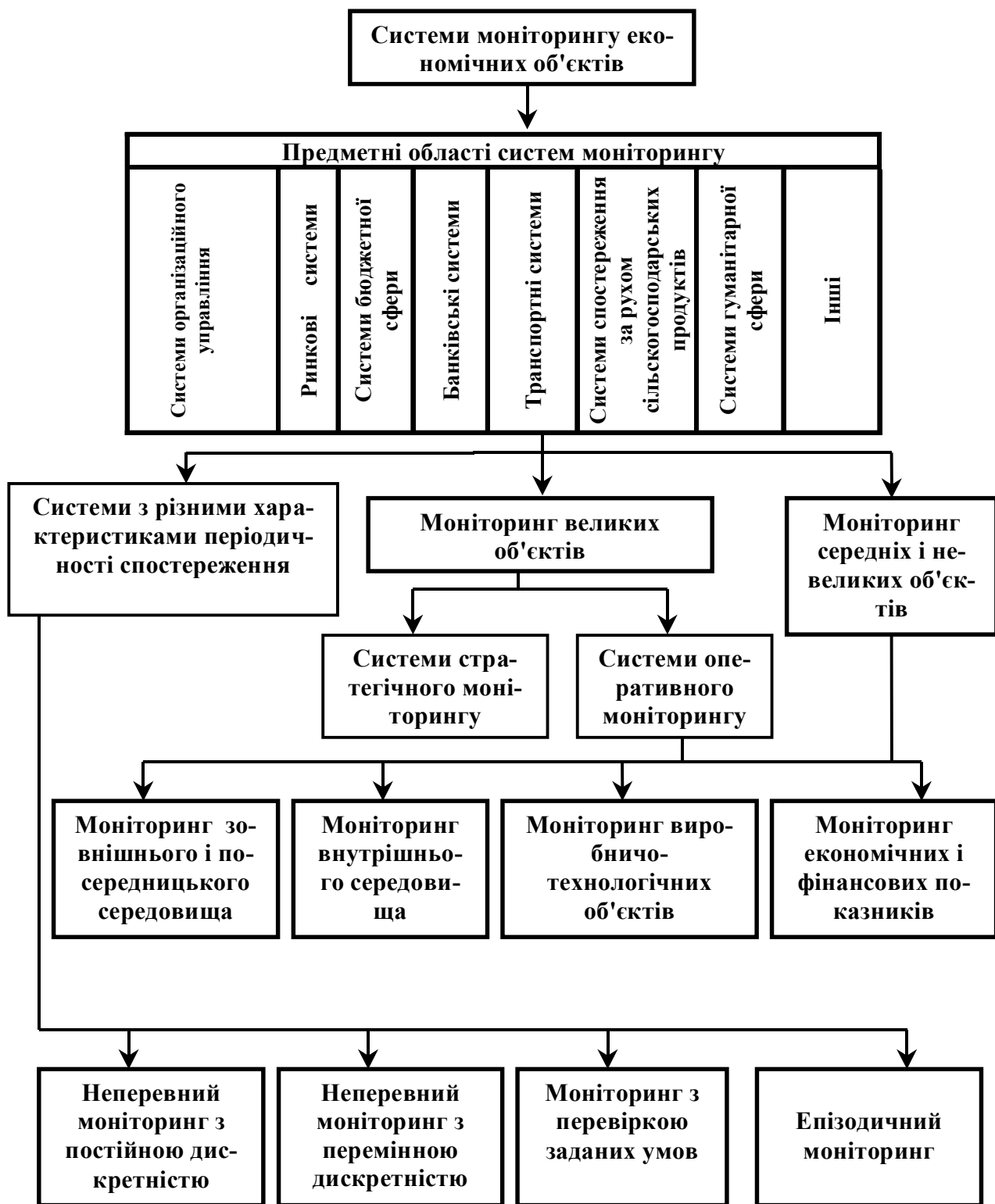


Рис. 1. Класифікація систем моніторингу.

Чим більше масштабність об'єкту моніторингу, тим вище потужність множини ВВ, охоплених моніторингом, тим складніше система управління моніторингом і, нарешті, тим більш складні функції обробки інформації на неї покладаються. До цих функцій насамперед відносяться:

- прогнозування змін ВВ і розраховуваних з їх використанням показників;
- аналіз діяльності об'єкта моніторингу на основі моніторингової інформації;

- підтримка прийняття рішень на об'єкті моніторингу;
- розрахунок і прогнозування обсягу ресурсів для забезпечення управляючих впливів на об'єкті моніторингу;
- коригування та оптимізація параметрів функціонування об'єкта моніторингу і самої СМ.

Системи моніторингу великомасштабних об'єктів мають досить високу складність, реалізують функції моніторингу і обробки моніторингової інформації, що потребує високого інтелектуального рівня і повинні забезпечуватися сучасними інформаційними комп'ютерними технологіями, які реалізують автоматизацію задач функціонування СМ. Вся множина задач, що автоматизуються та забезпечують здійснення функцій СМ, повинна підтримувати процеси діяльності, які сукупно складають інформаційну технологію моніторингу: стеження - оцінка - прогноз - рішення.

У системах стратегічного моніторингу ведеться спостереження за процесами стратегічного планування і управління. Звичайно такі СМ спеціально створюються, для них визначені ВВ, що спостерігаються. Користувачами таких СМ є менеджери вищого рівня, відповідальні за стратегічне планування і управління.

Всі системи моніторингу, що працюють у різних областях об'єктів спостереження мають параметри зовнішнього і посередницького середовища, у тому числі характеристики ринку, а також параметри власного функціонування.

Найважливішою характеристикою (критерієм оцінки якості) будь-якої системи моніторингу є дискретність спостереження ВВ. Зменшення періоду дискретності веде до збільшення надмірності інформації, одержуваної в результаті моніторингу, що веде до зайвого перевантаження каналів передачі інформації, систем збереження й обробки інформації. Невиправдане збільшення періоду дискретності веде до втрати точності визначення результатів і підвищенню рівня невизначенності результатів моніторингу. Тому період дискретності повинний бути обґрунтованим.

Серед критеріїв оцінки СМ дискретність займає особливе місце. Це пояснюється не тільки тим, що від неї залежить точність і складність побудови і забезпечення функціонування СМ. Цей критерій є основним показником для узгодження СМ з об'єктом спостереження, споживачами інформації СМ, пристроями перетворення інформації, що можуть входити до складу СМ або знаходиться за її межами.

Неоднаковість ВВ і умов їх формування визначають необхідність встановлення індивідуального періоду дискретності для кожної окремої ВВ. Однак, в умовах, коли число ВВ досягає сотень і тисяч, організація використання індивідуальної періодичності для кожної ВВ стає технічно складною. Тому намагаються укомплектувати ВВ у групи з однаковою періодичністю спостереження. Найбільш прості для реалізації технології забезпечують постійну дискретність для всіх ВВ.

Динамічність об'єктів моніторингу висуває вимогу його безперервності моніторингу протягом тривалого періоду часу. Для великих об'єктів умова безперервності робить важким умови зайнятості персоналу СМ і

завантаженості устаткування, у тому числі систем комунікацій і обробки. У цих умовах доцільно управляти дискретністю роботи за різними ВВ. Технологічний ланцюжок моніторингу - слідування - оцінка - прогноз - рішення розривається після виконання операції оцінка, причому ця оцінка може бути не повною, а частковою, наприклад вимірювання перевищення деякого рівня. Результат такої часткової оцінки може служити сигналом для продовження або припинення подальшого технологічного ланцюжка для даного ВВ. Такий підхід дозволяє використовувати системи з перемінною дискретністю, яка управляється за заданою умовою.

Епізодичний моніторинг використовується, як правило, для нерегламентованих заздалегідь операцій. Приклад епізодичного моніторингу - проведення перепису населення. Для виконання епізодичного моніторингу звичайно створюються спеціальні СМ, що після його проведення можуть розформуватися.

Сфери використання моніторингу надзвичайно різноманітні. Численні системи моніторингу володіють деякими загальними характеристиками, що дає можливість говорити про моніторинг як цілісний самостійний науково-практичний феномен. Відмінності ж в тлумаченні суті моніторингу, в цілеукладання і засобах його здійснення відображають специфіку і рівень розробленості проблем моніторингу в кожній з областей його застосування.

Існування великої кількості різних систем моніторингу породжує необхідність їх певного впорядкування. З цією метою ми зробили спробу класифікації існуючих систем моніторингу за декількома підставами. Як одну з таких підстав можна розглядати **область вживання** моніторингу. Це дозволяє виділити наступні його види:

в екології і біології: моніторинг повітря, води, лісів, рівня моря, повітря, кліматичної системи, клімату, температури, оточуваного середовища, сейсмологічний моніторинг, токсичних газів, шуму, випромінювання, екологічний, ґрунтово-хімічний, переселення пташиного населення, здоров'я тварин, і інші.

у медицині: санітарно-гігієнічний, медичний, хворих на рак, внутрішнього розвитку зародка, температури, аритмії, серцевої діяльності, кров'яного тиску під час анестезії, глюкози в крові і ін.

у економіці і бізнесі: сільськогосподарської продукції, цін, бізнесу, податків, устаткування, доходів, ринку праці, ринку продуктів харчування, будівельних товарів, цін на ГКО і ін.

у політиці, політології і соціології: засобів масової інформації, регіональних ЗМІ, виборів, прав людини, новин ТБ, соціально-політичний моніторинг регіонів, Російського законодавства, поточного законодавства, економічного законодавства, соціально-економічної ситуації

у промисловості: корозії металів, промислових, каталітичних процесів.

комп'ютерів і засобів зв'язку: моніторинг мереж, радіокомунікацій, комп'ютерних систем, короткохвильових радіопередач, надійності даних і ін.

у освіті: знань систем і ін., що вчать, освітніх

Другою підставою для класифікації систем моніторингу можуть бути **засоби, що використовуються для його проведення. На цій підставі можна виділити, авіаційний, космічний, дистанційний, супутниковий, інструментальний, педагогічний, психологічний, соціологічний, медичний, статистичний види**

моніторингу. Дані визначення відносяться в своїй більшості до систем моніторингу і, в якій то мірі, відображають його розвиненість, ступінь і рівень інструментування.

У якості третьої підстави для класифікації систем моніторингу можна запропонувати **способи збору інформації** що використовуються. На підставі цього існуючі системи моніторингу можна підрозділити на чотири групи.

До першої групи можна віднести ті види моніторингу, в процесі здійснення якого можливий безпосередній опис об'єкту моніторингу, не вдаючись до яких-небудь вимірювань, використовуючи технології структуризації результатів, побудову схеми і технології збору інформації (наприклад, моніторинг засобів масової інформації, поточного законодавства, виборів).

Другу групу складають види моніторингу, в процесі якого здійснюється безпосереднє фізичне вимірювання параметрів об'єкту (наприклад, моніторинг шуму, рівня моря, податків, корозії металів, комп'ютерних мереж, ринку продуктів).

Третя група включає види моніторингу, в ході якого вимірювання параметрів об'єкту проводиться з використанням системи добре розроблених і загальноприйнятих критеріїв або індикаторів (наприклад, моніторинг повітря, серцевої діяльності, доходів, ґрунтово-хімічний моніторинг).

Четверту групу складають ті види моніторингу, в процесі якого вимірювання проводиться опосередковано, із залученням технологій наукового дослідження, з використанням системи критеріїв і показників (наприклад, моніторинг санітарно-гігієнічний, соціально-політичний, соціально-економічної ситуації).

Моніторинг економічних систем належить до однієї групи з системами моніторингу вельми складних соціальних об'єктів. Проте, з цього не виходить, що в економіці не може бути використаний моніторинг, що відноситься до інших груп. Очевидно, що може бути здійснений і реально існує моніторинг законодавчої бази в області економіки, моніторинг старіння основних засобів і т.д.

Вся одержана в процесі того або іншого моніторингу інформація обробляється, структурується і бережеться.

Для тих видів моніторингу, в процесі яких здійснюється пряме вимірювання або накопичення інформації, істотну проблему може представляти структуризація і зберігання одержаної інформації, забезпечення вільного доступу до інформаційних ресурсів.

Для тих видів моніторингу, в процесі яких здійснюється опосередковане вимірювання значною проблемою є забезпечення високої якості інструментарію, розробка критеріїв оцінювання, індикаторів і показників, сам процес вимірювання, статистична обробка результатів і їх адекватна інтерпретація.

Окрім цього, **існуючі системи моніторингу можна розділити на групи** у відповідності з їх орієнтацією на конкретного користувача. В рамках кожної з груп розв'язуються проблеми уявлення і розповсюдження інформації, одержуваної в процесі моніторингу, а також проблеми оплати його організації і проведення.

Можна виділити три групи, відмінні по кількості користувачів і інтенсивності використовування результатів моніторингу відповідним користувачем.

Першу групу складають види моніторингу орієнтовані на суспільство в цілому. Метою такого моніторингу може бути, наприклад, формування громадської думки. Види моніторингу, результати яких призначені для такого роду аудиторії нечисленні. Ознайомлення користувача з результатами моніторингу в цьому випадку здійснюється через засоби масової інформації, у тому числі і електронні. Як правило,

оплата такого роду моніторингу проводиться за допомогою системи бюджетного фінансування.

Друга група включає види моніторингу, орієнтованого на фахівців відповідних областей діяльності. Це, вважається, найчисленніша група. До неї належить більшість існуючих систем моніторингу. При цьому, самі групи фахівців, для яких призначені результати кожного конкретного моніторингу можуть бути як достатньо малі, так і дуже численні. Основними способами розповсюдження одержуваної в ході такого виду моніторингу інформації є спеціалізовані видання, зокрема періодичні, ІНТЕРНЕТ, підписка. Оплата цього виду моніторингу проводиться користувачами, причому кожний користувач оплачує тільки частину витрат.

Третя група включає види моніторингу, користувачами якого є конкретні органи управління, керівники, окремі структури. В літературі мало представлені види моніторингу, що входять до цієї групи, проте сам жанр друкарського видання має на увазі достатньо масове використання. Цілий ряд фірм пропонує і реалізує цільові моніторинги, користувачами яких є виключно керівники. Засобом розповсюдження інформації, одержуваної в ході такого роду моніторингу є аналітичні звіти, рекомендації, проекти, які як правило не мають широкого розповсюдження. В цьому випадку оплата робіт проводиться як правило тільки замовником.

І нарешті, з деякою мірою умовності можна виділити два типи моніторингу, перший з яких направлений на реалізацію задач функціонування, а другий - задач розвитку. Інакше кажучи, одні системи моніторингу, виконавши свою конкретну задачу, припиняють своє існування, інші можуть існувати необмежено довго. Вони можуть здійснюватися протягом не одного десятиліття або навіть сторіччя (наприклад, нагляди за погодою). Причини завершення функціонування тієї або іншої системи моніторингу можуть бути двоякого роду:

1. сам об'єкт моніторингу може припинити своє існування,
2. об'єкт моніторингу перестає бути небезпечним (приклади такого роду об'єктів - рівень моря, в тому випадку, якщо він достатньо довго залишається стабільним, вибори, після їх завершення і аналізу результатів.).

Якщо проаналізувати характер можливих об'єктів моніторингу можна відзначити, що ними можуть бути як складні системні об'єкти (наприклад, здоров'я, клімат, екологічний стан, рівень економіки, засоби масової інформації, радіокомунікації, ціни і ін.), так і достатньо локальні (наприклад, переселення птахів, регіональні вибори, якість роботи економічних або конкретних мереж, кров'яний тиск під час анестезії і ін.). Проте, є щось загальне, що об'єднує всі ці різноманітні об'єкти, що належать різним сферам діяльності.

Можна виділити дві основні **особливості об'єктів моніторингу**.

Перша з них - це їх динамічність. Всі об'єкти, вивчення або обстеження яких здійснюється із застосуванням моніторингу знаходяться в постійній зміні, розвитку.

Друга особливість - це наявність або можливість небезпеки, що виникає в процесі функціонування об'єкту моніторингу.

Задачею моніторингу є попередження про те або інше неблагополуччя, небезпеки, в широкому розумінні цього слова, для ефективного функціонування об'єкту. Причому не просто констатація факту появи змін, що представляють небезпеку, а саме попередження про неї до того як ситуація може стати необоротною. Тим самим створюється можливість запобігти або мінімізувати можливий деструктивний розвиток подій.

Динамічність об'єкту, можливість виникнення небезпеки в процесі його функціонування і розміри небезпеки визначають необхідність і доцільність використання моніторингу для дослідження, а також вибір тієї або іншої конкретної системи моніторингу.

Окрім цього необхідно наголосити і на ще одній особливості, що розповсюджується правда не на всі перераховані види моніторингу - можливість побудови прогнозу розвитку тієї або іншої системи в умовах відсутності флуктуаційних відхилень або форс-мажорних обставин, що додає моніторингу особливу цінність і значущість з погляду потенційного користувача.

1. Види моніторингу

Як ми вже відзначали, моніторинг може бути класифікований по достатньо великій кількості підстав.

Залежно від тих підстав, що можуть бути використані для порівняння можна виділити наступні види моніторингу:

Динамічний, коли підставою для експертизи служать дані про динаміку розвитку того або іншого об'єкту, явища або показника. Це найпростіший спосіб, який може служити аналогом експериментального плану тимчасових серій. Для відносно простих систем, локального моніторингу (цін, доходів населення і ін.) або моніторингу фізичних об'єктів, цього підходу може виявитися достатньо. В даному випадку, на першому місці в цілях моніторингу стоїть попередження про можливу небезпеку, а з'ясування причин носять вторинний характер, внаслідок того, що причини достатньо прозорі.

Конкурентний, коли як підстава для експертизи вибираються результати ідентичного обстеження інших систем. В даному випадку, моніторинг стає аналогом плану з множинними серіями випробувань. Вивчення двох або декількох підсистем більшої системи проводиться паралельно, одним інструментарієм, в один і той же час, що дає підставу робити висновок про величину ефекту на тій або іншій підсистемі. Окрім цього такий підхід дає можливість оцінити величину небезпеки її критичність.

Порівняльний, коли як підстава для експертизи, вибираються результати ідентичного обстеження однієї або двох систем вищого рівня. Такий випадок носить специфічний для моніторингу характер, і не розглядається при плануванні експериментів. Він полягає в тому, що дані по системі порівнюються з результатами, одержаними для системи вищого рівня. Такий підхід дає можливість рандомізувати або врахувати більшість причин зсувів оцінок.

Комплексний, коли використовується декілька підстав для експертизи.

Можна виділити три види моніторингу залежно від його цілей.

Інформаційний - структуризація, накопичення і розповсюдження інформації. Не передбачає спеціально організованого вивчення.

Базовий (фоновий) - виявлення нових проблем і небезпек до того, як вони стануть осмисленими на рівні управління. За об'єктом моніторингу організовується достатньо постійне стеження за допомогою періодичного вимірювання показників (індикаторів), які достатньо повно його визначають. Для реалізації цього виду моніторингу можуть бути використані будь-які з трьох можливих підстав для порівняння. Вибір того або іншого варіанту визначатиметься цілями моніторингу і ресурсними можливостями виконавців.

Проблемний - з'ясування закономірностей, процесів, небезпек, тих проблем, які відомі і суттєві з погляду управління. Мета цього виду моніторингу - виявлення і оцінка нових небезпек, його провокує швидке зростання небезпек, частина з яких носить глобальний характер. Цей вид моніторингу може бути розбитий на дві складові, залежно від видів управлінських задач. Проблемний функціонування - є базовим моніторингом локального характеру, присвяченим одній задачі або одній проблемі. Реалізація цього моніторингу не обмежена за часом. Проблемний розвитку - поточні задачі розвитку і предмет вивчення цього моніторингу існує якийсь час. Після того, як задача вирішена, він припиняє своє існування. При цьому кількість паралельно існуючих задач може бути достатньо великою. Основна його особливість динамічність створення, коли задачі якості інструментарію і всієї системи моніторингу повинні розв'язуватися в умовах ліміту часу.

	Динамічний	Конкурентний	Порівнювальний
Інформаційний	так		
Базовий	так	так	так
Проблемний	так	так	

Для моніторингу складних систем існує два рівні вірогідні зсуви. Перший рівень можливих зсувів оцінок співпадає з тими вірогідними зсувами, що вироблені в теорії експериментів.

Другий рівень вірогідних зсувів пов'язаний з пошуком причин того або іншого виявленого ефекту. До нього можна віднести принаймні два види причин:

1. Неповний опис системи, коли показники покривають не все поле значущих для системи об'єктів. В цьому випадку, одержаний ефект може лежати за полем показників, що вивчаються, і стає неможливо зробити висновок про причини ефекту. Точно також неможливо достатньо повно описати картину, коли відкрита лише її невелика частина.
2. Можливість локальних подій для систем нижчого рівня, які зможуть змістити оцінку щодо показників системи вищого рівня.

2. Принципи побудови систем моніторингу.

Всі економічні об'єкти в процесі їх побудови, функціонування, реструктуризації або перепроєктування (реінжинірингу) широко використовують СМ. Назвемо деякі області застосування і задачі, що вирішуються при цьому, які базуються на використанні СМ:

1. Побудова економічних об'єктів супроводжується розв'язуванням задач:

- моніторинг виконання цільових установок і забезпечення ключових чинників успіху в період створення об'єкта;
- моніторинг заходів програми і плану робіт з оцінюванням термінів виконання, якості і витрачених ресурсів;
- інформаційне забезпечення формування планів і програм роботи, матеріально-технічного забезпечення, постачання, продажу, транспортування тощо;
- інформаційне забезпечення складання плану маркетингу.

2. Управління та аналіз ефективності діяльності економічного об'єкта не може здійснюватися без вирішення моніторингових задач:

- інформаційне забезпечення планування номенклатури вироблюваної продукції, контроль за виконанням плану випуску продукції, за якістю продукції, обсягами продажу продукції фірми;
- інформаційне забезпечення планування постачання, складування і транспортування сировини та готової продукції;
- контроль виконання плану маркетингу;
- аналіз конкурентів і станів ринку.

3. Управління діяльністю комерційних банків супроводжується вирішенням комплексу задач, в основі алгоритмізації яких встановлено моніторинг:

- формування портфеля цінних паперів, активів і пасивів, узгодження графіків надходження пасивів і реалізації активних операцій;
- супровід кредитних угод та оцінювання успішності проходження їх по термінах і коштах;
- безперервний контроль і підтримка рівня ліквідності відповідно до вимог Національного банку України.

3. Управління розвитком регіону (міста) потребує безперервного аналізу виконання планів і програм розвитку, при цьому вирішуються моніторингові задачі:

- контроль виконання плану по контрольних датах загалом і по окремих заходах;
- оцінювання ступеня досягнення головної мети і цілей стратегічного плану, розподілу ресурсів;
- уточнення і коригування переліку передбачуваних заходів;
- моніторинг зовнішнього середовища розвитку регіону (міста);
- моніторинг ефективності реалізації заходів;
- оцінювання виконання планів фінансування і забезпеченості фінансовими ресурсами тощо.

4. Дослідження політичних та економічних чинників у територіальних і галузевих секторах ринку здійснюється за допомогою реалізації моніторингових алгоритмів:

- контакти і взаємодія з владними структурами регіонів;
- підбір та аналіз добросовісних партнерів на ринку;
- забезпечення безпеки підприємницької діяльності;
- аналіз секторів ринку, визначення кон'юнктури і попиту, а також прогнозування змін ринкових параметрів;
- аналіз і прогнозування дій конкурентів;
- визначення і прогнозування потенційних конкурентів тощо.

Наведені області застосування і задачі, що вирішуються методами моніторингу, не вичерпують усіх можливих областей і задач, не дають повного уявлення про важливість і складність функцій моніторингу в економічній діяльності.

Моніторингова діяльність не тільки важлива, вельми складна і різноманітна, але й досить специфічна. Це потребує особливого методологічного підходу до побудови СМ та алгоритмів її функціонування. Специфіка полягає в тім, що однією з основних проблем побудови СМ є вибір

ВВ для моніторингу, що потребує ретельного вивчення функціонування економічного об'єкту. Специфіка задач моніторингу робить необхідним формулювання принципів побудови СМ. Встановлення таких принципів стало можливим завдяки проведеному аналізу визначення і призначення систем моніторингу, областей їх застосування і задач, що вирішуються, а також досвіду роботи існуючих систем. Принципами створення СМ є: цільова спрямованість і конкретність при виборі ВВ; об'єктивність даних моніторингу; безперервність моніторингу; мінімалізація числа використовуваних ВВ і витрат на моніторинг; орієнтація на певну об'єктну область; керованість СМ; забезпечення повноти і своєчасності подання інформації; чіткість подання інформації; мінімалізація ризику помилковості даних (надійність); максимальне задоволення інформаційних запитів споживача; обслуговування СМ внутрішнього, посередницького і зовнішнього середовища; забезпечення конфіденційності інформації (захист даних від несанкціонованого доступу); наявність засобів і алгоритмів обробки інформації за запитом споживача.

Розглянемо детальніше ці принципи.

Цільова спрямованість і конкретність при виборі ВВ. Цей принцип визначає вимоги до вибору переліку (множини) ВВ, що піддаються моніторингу. Мають включатися тільки ВВ, що забезпечують виконання цільової установки моніторингу.

Об'єктивність даних моніторингу. Виконання цього принципу виключає можливість коригування, затримки, фільтрації ВВ і доступу до даних суб'єктів, у яких може виникнути зацікавленість у спотворенні реальних даних, що надходять на вхід і що проходять системою моніторингу (включаючи вхідні і вихідні канали передачі).

Безперервність моніторингу. Моніторинг ВВ має бути регламентований графіком надходження початкової інформації і графіком видачі результатів моніторингу споживачам. Графіки узгоджуються із споживачами і не можуть бути порушені без їх відома.

Мінімалізація числа використовуваних ВВ і витрат на моніторинг. При виборі переліку ВВ потрібно ретельно перевірити наявність тих ВВ, що знаходяться у функціональній залежності від інших ВВ, усі похідні показники на виході СМ мають отримуватися засобами обробки інформації СМ, а не надходити на її вхід у готовому вигляді. Вхідна інформація отримується в результаті вимірювань, спостережень, фіксації даних, «зайві» дані ведуть до невиправданих витрат на забезпечення функціонування СМ.

Орієнтованість на певну об'єктну область. При проектуванні і створенні СМ необхідно враховувати область її застосування, оскільки вона визначає вимоги не тільки до характеристик ВВ, але й до форми подання і носіїв інформації, пристроїв введення і виведення, технічних засобів обробки інформації в СМ. Так, СМ, призначена для роботи в банківській сфері, не зможе забезпечувати управління роботою промислового підприємства.

Керованість СМ. Кожна СМ має бути керованою, тобто до її складу входить система управління моніторингом. СМ працює протягом життєвого циклу об'єкта моніторингу, який може тривати роками. За цей час можуть змінитися (і найчастіше змінюються) вимоги до значень критеріїв оцінки якості функціонування СМ, потреби в обробці інформації, що виробляється засобами СМ. Крім того, робота СМ може бути схильна до циклічних та епізодичних змін, не завжди передбачуваних. Типовим є завдання переліку режимів роботи СМ, який визначається режимом роботи об'єкта моніторингу або інтересами користувачів (споживачів інформації) СМ. Схему контуру управління та його взаємозв'язок із зовнішнім середовищем наведено на рис. 2.

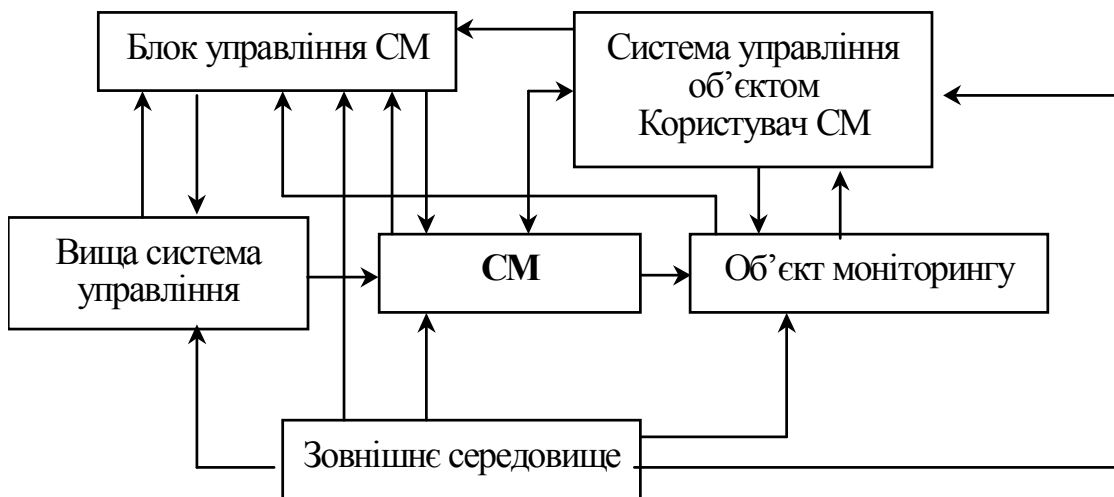


Рис. 2. Контур управління та взаємозв'язки блоку управління СМ.

Блок управління СМ (БУСМ) отримує інформацію від вищої системи управління, системи управління об'єктом, зовнішнього середовища, СМ, об'єкта моніторингу (зворотний зв'язок) і формує керуючі впливи СМ, змінюючи режим її роботи або параметри.

Розробити загальний алгоритм роботи БУСМ неможливо через розмаїття сполучень областей застосування, об'єктів моніторингу, зовнішнього середовища, вищій системи управління. Ми розглянемо лише два крайніх випадки: максимально простий і складний варіанти реалізації СМ.

У найпростішому випадку (СМ малого банку, СМ забезпечення реінжинірингу одного-двох відділів фірми, СМ малого підприємства) СМ контролює обмежену кількість ВВ і не реалізує алгоритмів обробки інформації. Інформацію від СМ отримує і використовує менеджер фірми, він же виконує функції БУСМ, або СМ функціонує без управління протягом усього життєвого циклу.

У випадку складної СМ (забезпечення НБУ, економіки, галузей) кількість ВВ сягає сотень і тисяч, функції обробки інформації складні й різноманітні, СМ виконує функції підтримки прийняття рішень. БУСМ має склад і структуру автоматизованої системи управління високого рівня.

Забезпечення повноти і своєчасності подання інформації. Вимоги до повноти і часових характеристик подання інформації визначають потреби і

характер роботи об'єкта моніторингу, запити користувачів СМ, а також вимоги до точності подання інформації. Технічні, програмні, інформаційні та організаційні аспекти проектування здатні й повинні задовольняти ці вимоги.

Чіткість подання інформації. Форма і чіткість подання інформації визначаються характером роботи об'єкта моніторингу (ОМ) і формулюються користувачем. Якщо інформація СМ має аналогову або цифрову форму подання і виражається числовими значеннями характеристик, то СМ має забезпечувати задану точність подання інформації. Якщо ж інформація виражається нечітко (розпливчасто), а це повинно обумовлюватися спеціально, використовується апарат подання та обробки нечітких даних і застосування лінгвістичних змінних.

Мінімалізація ризику помилковості даних (надійність). Надійність отримуваної від СМ інформації визначається рівнем ризику помилковості даних. Ця складна і важлива проблема вирішується методами розрахунку та управління ризиком.

Максимальне задоволення інформаційних запитів споживача СМ. Звичайно інформаційні запити споживача представляються в СМ алгоритмами обробки інформації. Ці алгоритми специфічні для кожної області застосування та об'єктів моніторингу. Типовими алгоритмами обробки, використовуваними в СМ, є: алгоритми прогнозування змін ВВ; алгоритми аналізу відхилень ВВ від планових; алгоритми оцінки якості функціонування об'єктів моніторингу; алгоритми підтримки прийняття рішень.

Такі алгоритми визначаються та фіксуються в технічному завданні на проектування СМ і можуть бути в ній реалізовані.

Обслуговування СМ внутрішнього, посередницького і зовнішнього середовища. Вхідна інформація СМ надходить із зовнішнього, посередницького та внутрішнього середовищ фірми. Ці середовища можуть бути досліджені. Деякі параметри посередницького і внутрішнього середовищ можуть бути охоплені управлінням з боку БУСМ на основі інформації, що надходить.

Забезпечення конфіденційності інформації. У сучасних економічних системах часто необхідним є забезпечення конфіденційності інформації та її захист від несумлінних конкурентів і недоброзичливців. Сучасне програмне забезпечення має засоби захисту даних і представлення їх за паролями і переліками користувачів. Важливо лише при створенні СМ передбачити застосування таких засобів.

Наявність засобів та алгоритмів обробки інформації за запитом споживача. Засоби обробки потребують наявності алгоритмів і програм обробки. Ці засоби мають передбачатися при проектуванні або розвитку СМ. Природно, що збільшення обсягу їх ускладнює СМ, БУСМ і веде до подорожчання створення і забезпечення функціонування СМ.

Усі наведені принципи можуть і повинні враховуватися кожного разу, коли ініціюється застосування новостворюваної СМ.

Лекція 3. Склад, структура та алгоритм роботи системи моніторингу.

1. Структура систем моніторингу.
2. Алгоритм роботи систем моніторингу.
3. Технологія побудови систем моніторингу.

1. Структура систем моніторингу.

Склад системи моніторингу визначається такими чинниками:

- функціональне призначення СМ;
- область застосування та цільові установки з переліку вирішуваних задач;
- функції обробки інформації, покладені на СМ і визначені користувачем.

Функціональне призначення СМ визначає її склад незалежно від області застосування, переліку вирішуваних задач і характеристик засобів отримання первинної інформації.

Склад СМ в цьому випадку визначають виконувані функції та властивості СМ, вона містить блоки, наведені на рис. 1.

Такий склад СМ забезпечує виконання її функцій, визначає властивості, характеристики, в тому числі складність і витрати на конкретну реалізацію блоків. Розглянемо ці характеристики.

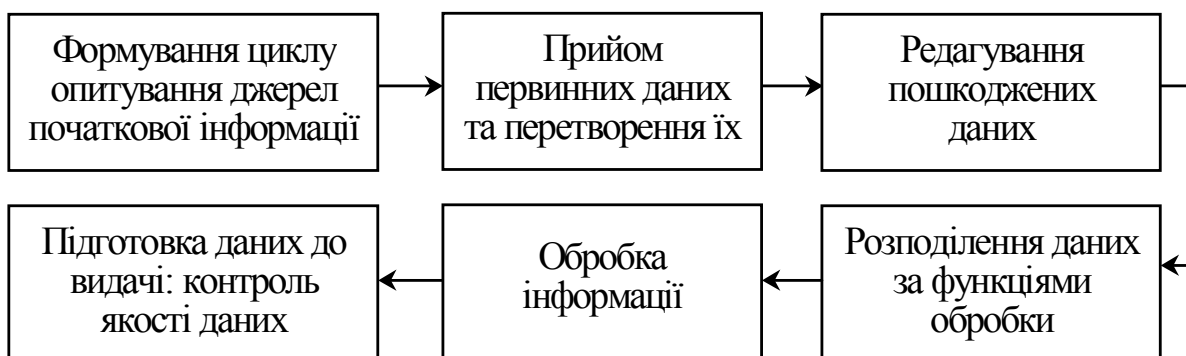


Рис. 1. Процедурний алгоритм функціонування СМ.

Блок формування циклу опитування джерел первинної інформації реалізується програмними засобами. Час роботи блоку визначається переліком ВВ, що підлягають моніторингу. Розмір переліку визначається характеристиками СМ та областю застосування. Цими ж характеристиками визначається і мережа комунікацій на вході СМ, яка визначається локальним розміщенням первинних джерел інформації і технічним розміщенням засобів СМ.

Блок прийому первинних даних та перетворення їх. У цьому блоці відбувається прийом первинних даних і розміщення їх у буферній пам'яті. Обсяг пам'яті буфера визначається числом ВВ та їх розмірністю.

Блок редагування проводить усунення помилок у первинних даних, обумовлених перешкодами в каналах зв'язку і при зніманні даних. Звичайно це

робиться програмними засобами. Крім того, в цьому блоці може проводитися зміна формату даних і приведення його до прийнятого стандарту.

Блок розподілу даних по функціях обробки забезпечує відбір даних та їх формування для передачі на вхід алгоритмів обробки. Так, при прогнозуванні дані формуються у вигляді часових рядів, при цьому в СМ повинні забезпечуватися функції тривалого зберігання даних часового ряду. У блоці також збираються дані для системи підтримки рішень та аналізу процесів функціонування.

Блок обробки інформації реалізовує алгоритми обробки інформації і формування вихідних даних.

Блок підготовки даних до видачі формує дані для видачі. Проводиться візуальний контроль даних та перевірка їх на відсутність непередбачених викидів і відхилень.

Під структурою СМ розуміється спосіб встановлення взаємодії джерел інформації, БУСМ, об'єкта моніторингу (ОМ) і блоків, наведених на рис. 1. В основу побудови і структурування СМ покладено правила:

- можливість ієрархічної побудови структури;
- єдність структурного і змістовного формування центрів збирання первинної інформації і пунктів обробки інформації на кожному рівні;
- єдність технічного, програмного та інформаційного забезпечення на кожному рівні та всіх рівнях;
- наявність мережі обміну даними між локальними елементами структури СМ.

Доцільність багаторівневої системи визначається з точки зору оптимізації складності реалізації системи та її управління. Однак, цей результат не забезпечує єдиного рішення щодо вибору структури. Множинність структурних рішень визначається тим, що ієрархія може бути чистою і змішаною, а також мати різну кількість гілок, що виходять з кожного вузла. Тому вибір певного числа рівнів ієрархії N задає тільки загальний вигляд структури системи, для її остаточного визначення доцільно використати метод багатокритеріальної оптимізації і реалізувати таку процедуру:

- проектується обмежене число доцільних варіантів структури СМ;
- вибираються критерії оцінки варіантів (частинні критерії);
- для кожного варіанта визначаються значення частинних критеріїв;
- для кожного варіанта визначається загальний критерій оцінки у вигляді згортки частинних критеріїв;
- вибирається варіант, що оптимізує загальний критерій.

Число доцільних варіантів утворить початкову множину варіантів (ПМВ). На практиці $\text{ПМВ} = 3 - 5$.

Наприклад, можуть бути вибрані такі варіанти:

1. $N = 2$. На першому (нижньому) рівні розміщуються датчики інформації. Засоби обробки, зберігання і відображення інформації розташовані на другому (верхньому) рівні. Полюси нижнього рівня (під полюсом розуміються елементи розміщення джерел інформації та алгоритмів обробки) пов'язані променями-комунікаціями з полюсом верхнього рівня.

2. $N = 3$. На нижньому рівні — n_1 полюсів, на кожному полюсі — один або декілька датчиків. На другому рівні — n_2 проміжних центрів збирання та обробки інформації. На кожний з n_2 полюсів другого рівня замикаються $[n_1 / n_2]$ полюсів першого рівня полюсів першого рівня ($[a]$ — результат округлення будь-якого числа a до найближчого цілого) полюсів нижнього рівня. На кожний полюс другого рівня замикається приблизно рівне число. Полюс другого рівня замкнений на полюс верхнього рівня. Комунікативна мережа будується у вигляді дерева коренем догори.

3. $N = 3$. Полюси першого рівня n_1 розподілені між полюсами другого рівня нерівномірно. Залежно від відмінностей цього розподілу та розподілу функцій обробки інформації між рівнями можуть бути побудовані інші варіанти.

Як частинні критерії можуть вибиратися вартісні оцінки:

S_1 — вартість побудови СМ;

S_2 — вартість одиниці часу функціонування;

Z — гарантована точність інформації, що отримується;

D — кількість обслуговуючого персоналу;

W — надійність функціонування системи.

Оскільки для вибору одного з ПМВ потрібні відносні оцінки, то зручно кожний частинний критерій оцінювати числом балів, враховуючи пріоритетність оцінок частинних критеріїв. Найпростішим способом згортки частинних критеріїв є підсумовування бальних оцінок частинних критеріїв, причому сума відображає значення загального критерію для варіанта.

При обґрунтуванні і виборі складу і структури СМ важливого значення набуває вибір і розробка інформаційних комп'ютерних технологій отримання, збирання, передачі, зберігання, обробки і подання інформації. Інформаційні технології охоплюють усі рівні СМ і базуються на використанні автоматизованих робочих місць (АРМ) фахівців, що обслуговують СМ. Перелік конкретних задач і робіт, які виконуються СМ, визначається її призначенням.

Кожна вирішувана задача має бути забезпечена технологічною інструкцією, в якій вказуються:

- вхідна та вихідна інформація, форми її подання, характеристики та якості повноти, джерела вхідної інформації і споживача вихідної інформації (база даних);
- склад і послідовність виконуваних процедур, що використовуються при вирішенні задачі, із зазначенням перерахованих у попередньому пункті характеристик (технологічна схема);
- інструкції до розв'язування задач із зазначенням процедур, що виконуються за допомогою комп'ютерних засобів і без них;
- повний склад прикладного програмного забезпечення, що використовується при вирішенні кожної задачі, та опис відповідних програм;
- вимоги до складу комп'ютерних та інших технічних засобів, їх характеристика;

— вимоги до каналів зв'язку, використовуваного при отриманні вхідної і передачі вихідної інформації, із зазначенням їх мінімально припустимої пропускну здатності та необхідного часу використання.

Для кожної вирішуваної задачі фіксується термін її виконання із застосуванням комп'ютерних засобів у стандартній ситуації та витрати всіх видів ресурсів.

Інформаційні комп'ютерні технології (ІТ) посідають найважливіше місце у функціонуванні СМ. Кожна ІТ повинна реалізувати певну частину загального комплексу актів, що автоматизуються і процедур конкретного виду (напрямку) системи діяльності, що дасть змогу створити і використати типові компоненти ІТ.

У міру просування отримуваної інформації про ВВ від первинних даних до верхнього рівня СМ ІТ утворюють рівні функціонування ІТ, крізь які інформаційні технології — від джерел первинної інформації до отримання комплексних аналітичних результатів (прогнози висновки, інформаційні карти, рекомендації щодо управління, запобігання).

Такими рівнями можуть бути:

- виробничі технології вимірювання параметрів і контролю показників;
- комп'ютерні технології прийому-передачі і попередньої обробки даних методами спостережень за об'єктом моніторингу;
- комп'ютерні технології обробки даних методами досліджень;
- комп'ютерні технології комплексної обробки та інтегрованої інтерпретації результатів моніторингу.

Комп'ютерні технології комплексної обробки даних та інтерпретації інформації повинні забезпечити отримання синтезованих аналітичних результатів в широкому діапазоні, включаючи ретроспективу і прогноз, а також діагноз ситуацій і вироблення обґрунтованих рекомендацій з управління оперативними заходами і довгостроковими програмами нормалізації і вдосконалення умов функціонування ОМ.

Функціонування таких технологій пов'язане з використанням багатоаспектної інформації, складних математичних методів її інтегрованої (багатокритеріальної) інтерпретації, що характерно для реальних ОМ, і висуває найбільш ємні вимоги до інформаційного та програмного забезпечення.

Для нормального функціонування СМ, що обслуговує великомасштабний об'єкт спостереження, необхідно мати в її складі забезпечуючі підсистеми. Оскільки СМ за призначенням, виконуваними функціями та методологією побудови має багато спільного з традиційними автоматизованими системами організаційного управління, то і вибір забезпечуючих підсистем має багато спільного з ним. Досвід побудови цілого ряду великомасштабних СМ показує, що до забезпечуючих слід віднести підсистеми: методологічного, наукового, математичного, інформаційного, технічного, програмного, організаційного, кадрового, правового та метрологічного забезпечення.

Стисло розглянемо основні характеристики цих підсистем.

Методологічне забезпечення включає необхідні принципи, способи, поняття, інструктивні матеріали, методики, що дають змогу організувати

процеси проектування, конструювання, організації, введення в дію, функціонування і розвитку СМ.

Підготовка методологічних документів (розпорядження, схеми, програми, проекти, експертні висновки тощо) потребує розробок у таких напрямках:

- методологія системного проектування комп'ютерних інформаційних технологій;
- методологія програмування, існування і розвитку сфери діяльності об'єкта спостереження;
- методологія наукових досліджень, пов'язаних з функціонуванням об'єкта спостереження і середовища його існування;
- методологія інженерій та конструювання елементів технології;
- методологія дослідницьких і виробничих робіт з комплексного вивчення об'єкта спостереження;
- методологія організації та управління об'єктом спостереження;
- методологія навчання персоналу, що забезпечує СМ і об'єкт спостереження;
- методологія експертизи наукових, проектних, конструкторських, управлінських рішень.

При розробці методологічного забезпечення дотримуються таких базових напрямків:

- розробка єдиного системного підходу до об'єкта спостереження як до об'єкта автоматизації та комп'ютеризації;
- конкретизація понять комплексності, раціональності, оптимальності, технологічності реалізації СМ;
- виділення і типізація напрямів діяльності СМ, що підлягають комп'ютеризації та автоматизації.

Для забезпечення єдиного підходу при проектуванні СМ необхідно підготувати методичні рекомендації з розробки технічного проекту з урахуванням вимог системи стандартів і специфіки системи.

Наукове забезпечення засноване на виборі та застосуванні методів математичного та імітаційного моделювання функціонування СМ та об'єкта спостереження.

Потреба у такому моделюванні зумовлюється:

- необхідністю розробки та удосконалення науково обгрунтованих методів прогнозування спостережуваних і вимірюваних величин;
- потребою забезпечення безпеки функціонування об'єкта спостереження і визначенні оптимальних способів усунення порушень в його функціонуванні;
- потребою забезпечення якісно нових методів спостереження і контролю, заснованих на інтегрованій обробці багаторівневої і різномірної інформації.

Основною метою наукового забезпечення є підвищення обгрунтованості рішень з організації спостережень.

Математичне забезпечення складається з математичних методів, використовуваних при функціонуванні СМ.

До складу математичного забезпечення мають бути включені:

- статистичні методи аналізу та інтерпретації даних;
- методи інтерпретації та фільтрації випадкових компонентів, тренд-аналізу, обчислення трансформант, отримання цифрових моделей, побудови карт;
- методи інтерполяції — побудова значень показників з урахуванням непрямих даних, а також визначення точності побудови значень показників та об'єктів по дискретних спостереженнях з метою оптимізації обсягів моніторингових робіт;
- методи розподілу і кореляції масових даних;
- методи ущільнення записів інформації.

Комплекс математичних методів і алгоритмів, що використовується в прикладних програмах, має відзначатися повнотою, достатньою для забезпечення можливості розв'язання необхідних задач. Особливої уваги потребує якість застосовуваних методів і алгоритмів попередньої обробки та інтерпретації багатоаспектних даних.

За можливістю, мають вироблятися кількісні оцінки точності (надійності) отримуваних результатів. Область використання алгоритмів має бути чітко обмежена.

Алгоритми розв'язання задач, що мають широке застосування, розглядаються як типові і слугують основою для виділення автономних модулів з метою полегшення їх використання в різних комплексах.

Інформаційне забезпечення. Інформаційною основою функціонування СМ є ВВ спостережуваного об'єкта.

Інформаційне забезпечення включає:

- бази даних колективного доступу, що функціонують на сервері баз даних обчислювальної мережі;
- сукупність уніфікованих вхідних документів (форм) для підготовки даних на магнітних носіях або надходження їх по каналах зв'язку;
- сукупність уніфікованих вихідних документів, які містять результати, видані СМ.

Логічний стандарт подання первинних даних в системі, незалежно від їх при належності до тієї чи іншої предметної області, полягає в тому, що будь-який інформаційний об'єкт описується такими характеристиками:

- паспорт об'єкта (предметна область і/або період спостереження, найменування);
- дані спостережень (за групами властивостей, методами і способами спостережень).

Нормативно-довідкова інформація, необхідна для ведення БД і виконання регламентної обробки даних, вміщується в базу даних «нормативно-довідкова інформація», актуальність якої забезпечується адміністрацією відповідного банку даних.

Програмні засоби інформаційного забезпечення включають програми завантаження баз даних, документування процесу коригування баз даних, коригування баз даних, друкування даних бази, реорганізації бази даних,

відновлення бази даних при руйнуванні частини даних та інформаційно-пошукову систему.

Функціональні комплекси та зовнішні системи, що взаємодіють з базами даних, мають бути інформаційно сумісними за структурою, складом, класифікацією і кодуванням даних.

Склад і структура уніфікованих вхідних і вихідних документів розробляються на стадії технічного проектування СМ.

У системі мають передбачатися необхідні заходи щодо оновлення даних в інформаційних масивах системи, а також контролю ідентичності однойменної інформації в базах даних.

Технічне забезпечення. Комплекс технічних засобів має бути достатнім для виконання всіх автоматизованих функцій СМ.

Комп'ютерні технології обробки інформації будуються на базі уніфікованих технічних засобів, за допомогою яких реалізуються:

- технологічні програмно-технічні комплекси (ПТК) на базі застосування ПЕОМ, встановлюваних у пунктах контролю ВВ;
- технологічні ПТК територіального характеру, які забезпечують обробку даних і підтримують функціонування банків даних;
- дослідницькі ПТК, розміщені на робочих місцях керівників і фахівців різних органів управління СМ і вищої системи.

ПТК, розміщені в різних пунктах, можуть об'єднуватися в локальну обчислювальну мережу (ЛОМ). За допомогою мережевих програмних і апаратних каналів зв'язку та спеціальної програмної системи управління реалізується необхідна взаємодія компонентів СМ.

Комп'ютерні технології, реалізовані фізично і функціонально взаємодіючими ПТК, утворюють певну інформаційну технологію роботи СМ.

Технічні засоби СМ, використовувані при її взаємодії з іншими системами, мають бути сумісними по інтерфейсах з відповідними технічними засобами цих систем і використовуваних систем зв'язку. Заміна будь-якого з технічних засобів на засіб аналогічного функціонального призначення здійснюється без яких-небудь конструктивних змін або регулювань в інших технічних засобах системи.

Програмне забезпечення має бути достатнім для виконання всіх функцій СМ, реалізованих із застосуванням засобів обчислювальної техніки, і мати засоби організації всіх необхідних процесів обробки даних, що дають можливість своєчасно виконувати всі автоматизовані функції в усіх регламентованих режимах функціонування системи.

Основні характеристики програмного забезпечення СМ: функціональна повнота, надійність (у тому числі відновлюваність, наявність засобів виявлення помилок) і зручність експлуатації, адаптованість, модифікованість і модульність побудови.

Програмне забезпечення СМ будується з незалежних модулів переважно на базі існуючих пакетів прикладних програм та інших програм, запозичених з державних, галузевих та інших фондів алгоритмів і програм, допускає

завантаження і перевірку частинами, заміну одних програм без коригування інших.

Воно мусить мати засоби діагностики технічних засобів, контролю достовірності вхідної інформації, захисту від помилок при введенні та обробці інформації, що забезпечують виконання заданої кількості функцій СМ.

Загальне програмне забезпечення дає змогу здійснювати настроювання компонентів спеціального програмного забезпечення СМ без переривання процесу її функціонування, забезпечує захист згенерованої і завантаженої частини програмного забезпечення СМ. Компоненти спеціального програмного забезпечення мають бути сумісними з її загальним програмним забезпеченням.

Організаційне забезпечення спрямоване на створення спеціальної служби моніторингу і реалізацію таких комплексних функцій:

- організація збирання, накопичення і передавання інформації на обробку до центрів обробки всіх рівнів;
- організація рішення проблемних задач та інформаційного обслуговування користувачів;
- організація і диспетчеризація роботи мережі.

Кадрове забезпечення. Виходячи з основних функцій СМ, забезпечує цілеспрямовану діяльність у напрямках організації підбору та розстановки кадрів, організації підготовки і перепідготовки кадрів.

Основними комплексами задач, що вирішуються в сфері кадрового забезпечення, є:

- облік та аналіз кадрів за професійно-кваліфікаційними вимогами, формування кадрового резерву;
- аналіз стану підготовки і перепідготовки кадрів, включаючи підвищення кваліфікації працівників;
- формування навчальних програм підготовки і перепідготовки фахівців.

Правове забезпечення супроводжує всі стадії, етапи і процеси створення, освоєння, функціонування і розвитку СМ.

Правове забезпечення полягає в розробці і введенні в дію документів, що встановлюють правові принципи організації і функціонування СМ, правовий режим і порядок взаємодії.

Основою створення правового забезпечення є Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища в Україні та інші державні законодавчі акти, відповідні відомчі положення і нормативні документи, оновлювані з урахуванням діючих чинників і станів.

Метрологічне забезпечення. Засоби метрологічного забезпечення і стандартизації гарантують єдність і достовірність моніторингової інформації, регламентують способи її отримання та оцінку якості.

Об'єктами метрологічного забезпечення СМ є: засоби вимірювання і формування вхідної інформації; методики (технології) проведення вимірювань, роботи з документами; алгоритми і програми обробки вимірювальної інформації; стандартні довідкові дані.

2. Алгоритм роботи систем моніторингу.

Алгоритм функціонування розробляється після того, як вибрано склад і структуру СМ, визначено реалізовувані нею задачі, всі параметри і часові характеристики. Алгоритм повинен забезпечувати виконання всіх процедур, наведених на рис. 1, з урахуванням вибраної структури СМ. Вибрана структура характеризується числом рівнів ієрархії N і числом полюсів на кожному рівні $n_i (i = \overline{1, N})$. Для того, щоб сформувати алгоритм роботи СМ, необхідно об'єднати процедури, наведені на рис. 1, логікою перегляду всіх елементів побудованої структури, що складається з N рівнів і P полюсів, причому:

$$P = \sum_{i=1}^N n_i$$

Алгоритм роботи СМ наведено на рис. 2.

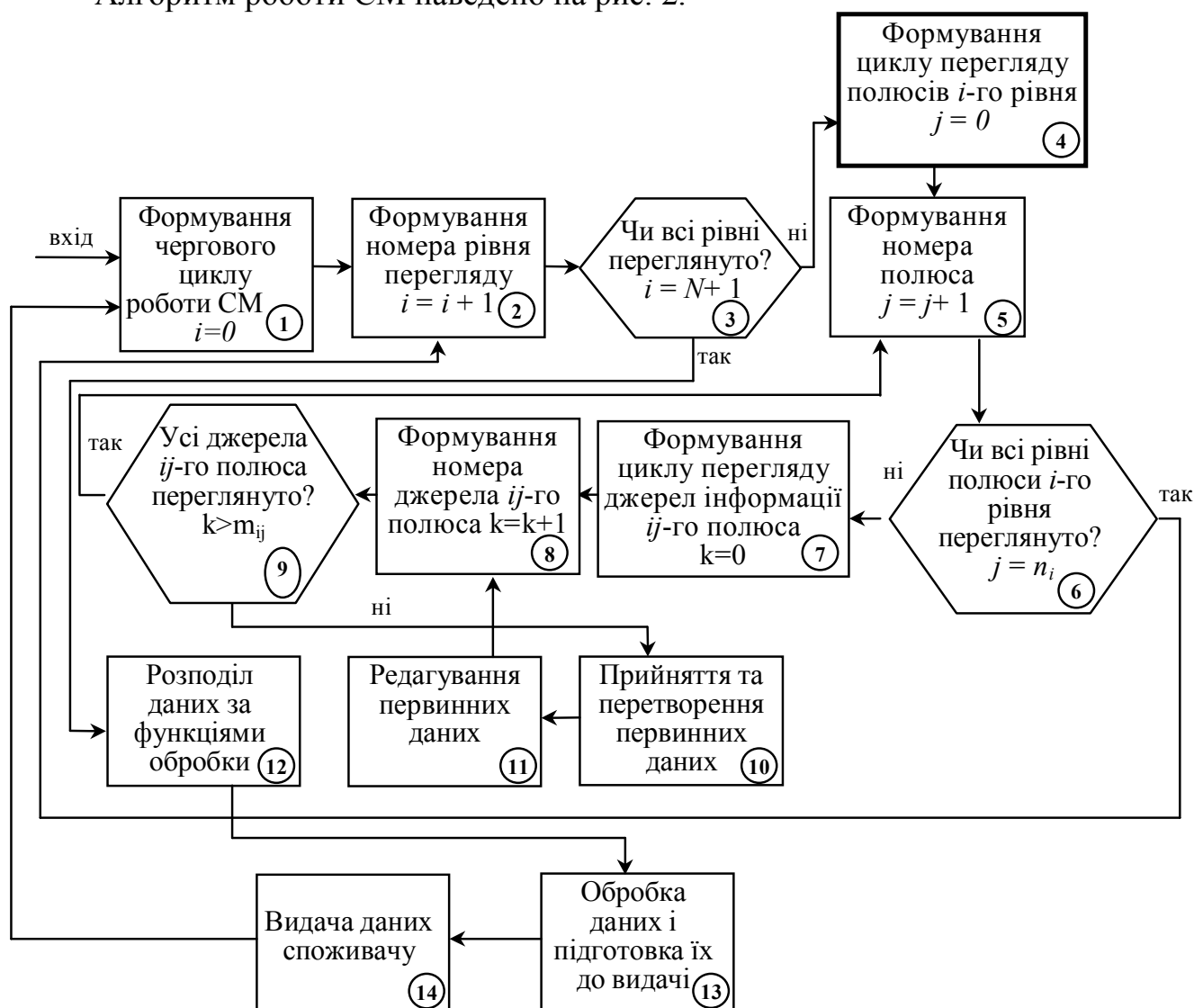


Рис. 2. Схема алгоритму функціонування СМ.

На початку роботи алгоритму встановлюються значення $i = j = 0$. У блоці 1 зберігаються значення N і n_i $n_i (i = \overline{1, N})$. Синхронізація роботи алгоритму функціонування СМ проводиться блоком 1 відповідно до дискретності, визначеної БУСМ та інформацією, що отримується від служби часу. На рис. 2.3 не показано БУСМ. За відсутності управління алгоритм працює без участі БУСМ. За необхідності управління БУСМ змінює значення N , n_i , а також параметри роботи блоків 1, 12 і 13 і, разом з тим, функції обробки інформації, а також управляє дискретністю видачі даних системою моніторингу регульовану блоком 1.

Схема алгоритму роботи СМ (рис. 2) є типовою для будь-якої СМ, а блоки 1, 10, 11, 12 і 13 наповнюються змістом для кожної конкретної СМ.

Склад процедур СМ, показаний на рис. 1. ілюструє загальне уявлення про СМ. Більш конкретні результати можуть бути отримані для кожної СМ, призначеної для обслуговування конкретного економічного об'єкта і процесів, що відбуваються на ньому. Для ілюстрації цього положення розглянемо два приклади представлення складу найпростішої СМ і СМ складного економічного об'єкта (галузі, функціональної підсистеми економіки).

У вигляді найпростішої може бути розглянута СМ складу готової продукції, СМ обов'язкових економічних нормативів малого банку.

Склад такої СМ поданий на рис. 3.

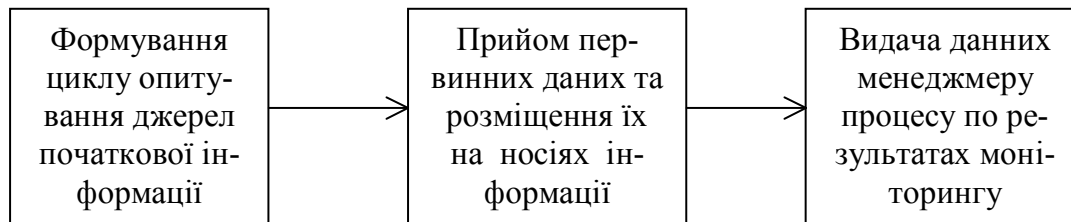


Рис. 3. Склад процедур найпростішої СМ.

Параметри такої системи: дискретність спостереження спостережуваних ВВ, форма надання інформації для таких СМ задається споживачем, інформація збирається і видається споживачу відповідно до його запиту. Опрацювання й аналіз інформації не робляться.

Процедурний алгоритм функціонування СМ складного економічного об'єкта показаний на рис. 4.

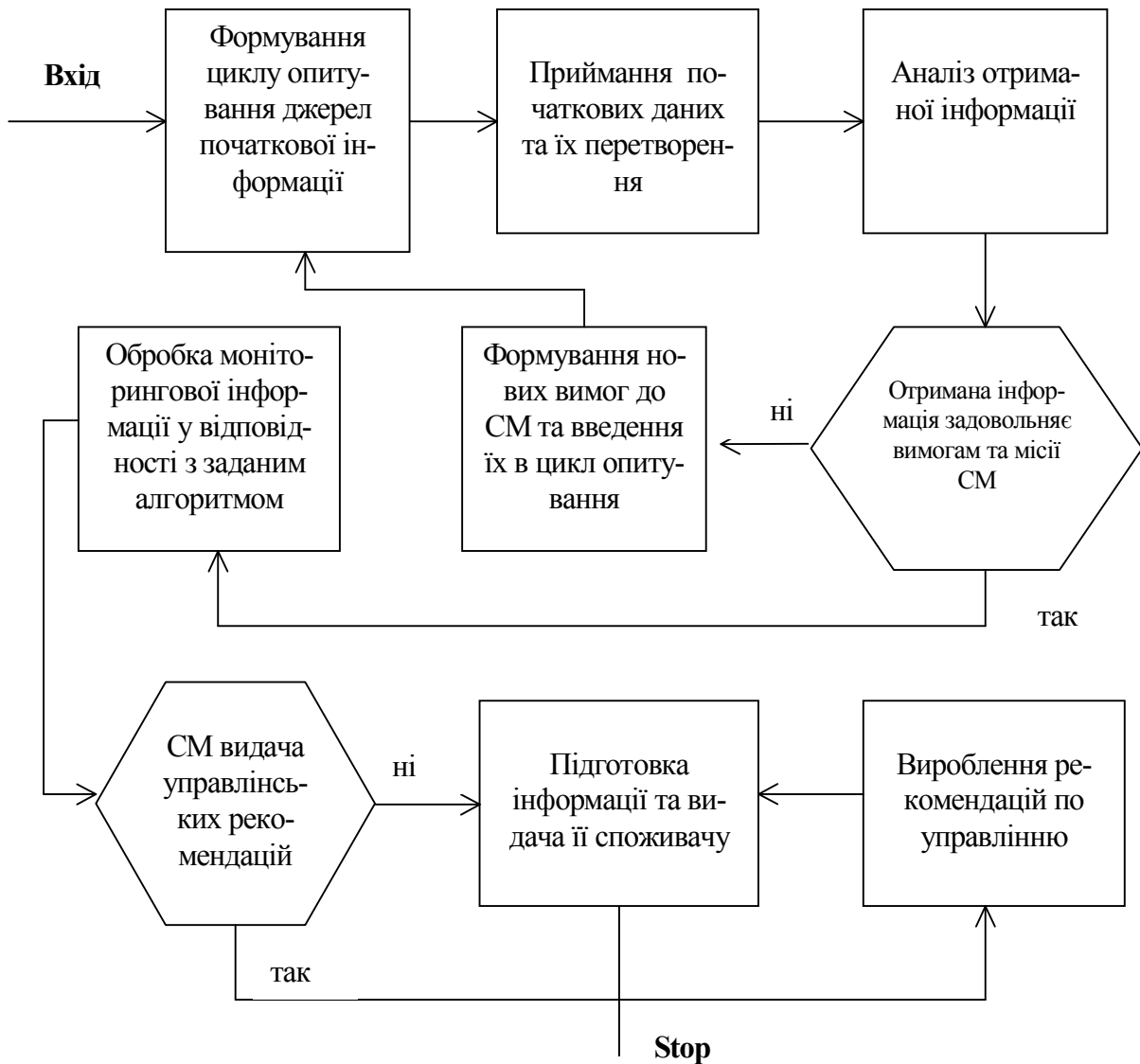


рис. 4. Процедурний алгоритм одного циклу функціонування СМ складного економічного об'єкту.

На рис. 4 не показаний БУСМ і його зв'язок з іншими блоками СМ, але такий зв'язок існує і СМ працює під безупинним керуванням із боку БУСМ, до складу якого входять і забезпечуючі підсистеми, при цьому БУСМ має свою внутрішню систему моніторингу, що спостерігає за роботою СМ, зовнішньою обстановкою й одержує запити від користувача СМ. Функції обробки і аналізу моніторингової інформації задаються місією, покладеною на СМ і можуть бути схильні до змін в процесі її роботи, за допомогою впливу з боку БУСМ. Найбільше складною функцією опрацювання інформації є вироблення управлінських рішень. Якщо ця функція задана СМ, то вона її виконує, реалізуючи управлінські алгоритми, використовуючи інформацію від СМ.

3. Технологія побудови систем моніторингу.

Технологію процесу моніторингу економічного об'єкта варто розглядати як два нерозривно зв'язані і взаємозалежні етапи: технологію побудови систем моніторингу і технологію організації моніторингу ЕО. Розробку обох етапів доцільно робити одночасно або починати її з другого етапу. Оскільки моніторинг виконується на ЕО і призначений для забезпечення його ефективного функціонування, то проектування технологічного процесу моніторингу (ТПМ) варто починати з вивчення самого ЕО і процесу його ефективного функціонування. Тому схему проектування ТПМ можна представити у виді послідовності операцій, поданої на рис. 5.

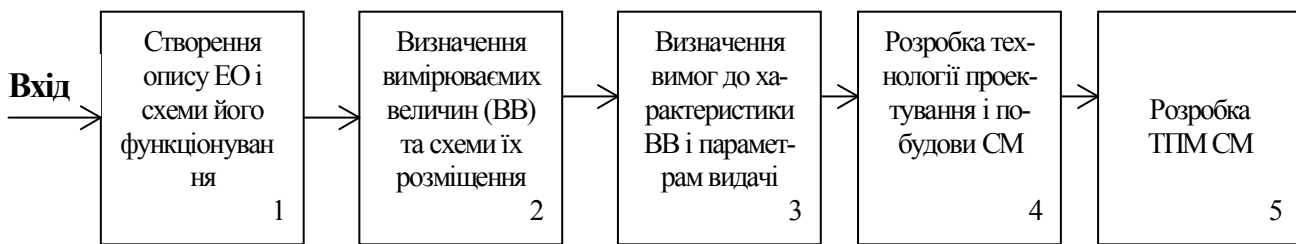


Рис. 5. Схема проектування ТПМ.

Розглядаючи схему проектування ТПМ варто враховувати, що проектна робота не виконується автономно і відокремлено саме у відношенні СМ, яка органічно вбудована в систему управління (СУ) ЕО. Тому побудова СУ ЕО і ТПМ звичайно робить та сама проектна організація і ці роботи взаємозалежні не тільки єдністю колективу виконавців, але і комплексуються за часом, модельним дослідженням і методології проектування. Розглянемо схему проектування ТПМ, при цьому передбачається, що всі інші питання цього комплексу вирішені, описані і доступні для використання. У числі рішень по цим питанням повинні бути подані переліки ВВ і їхніх характеристик, видачу яких повинна забезпечити СМ. Варто враховувати, що переліки ВВ, про які одержує інформацію СМ і переліки ВВ, що видає СМ для задоволення потреб СУ ЕО, у загальному випадку, не збігається. Тому будемо розрізняти ці переліки. Для цього переліки ВВ, що одержує СМ так і будемо називати, а переліки ВВ, про які СМ видає інформацію СУ ЕО будемо називати переліками вихідних вимірюваних величин (ВВВ).

Розходження переліків ВВ і ВВВ можна проілюструвати наступним прикладом. Система планування, що входить до складу СУ ЕО, вимагає інформацію про обсяг витрат основних матеріалів і комплектуючих та розподілі потреб у них в часі. На ЕО ті самі матеріали і комплектуючі можуть використовуватися в різних точках ЕО й у різні моменти часу виробничого процесу. Тому на вхід СМ будуть надходити дані про витрати матеріалів і комплектуючих із різних точок ЕО й у різний час (потік ВВ). Система опрацювання інформації в складі СМ визначає інтегральні показники витрат, що і видаються в СУ ЕО (потік ВВВ).

Розглянемо більш докладно вміст блоків, поданих на рис. 5.

Блок 1. В інтересах проектування ТПМ потрібно одержати переліки ВВВ і ВВ, їхні характеристики від проектувальників СУ ЕО.

Блок 2. Вирішуються задачі визначення характеру первинних джерел інформації про ВВ і комунікації інформації від точок дислокації джерел до СМ. У вигляді джерела можуть бути використані вимірювальні прилади і системи, інформація може надходити від операторів (експертів), по каналах зв'язку, зчитуватися з машинних файлів і баз даних. Питання формування і заповнення баз даних не розглядаються, важливо тільки, що вони є джерелами ВВ. Так, наприклад, у банківських системах у вигляді джерела виступають певні рахунки і звітні дані, зведені в банківські бази даних і звернення до конкретного рахунку робиться за його номером і часом зчитування. Алгоритм реалізації операцій блока 2 показаний на рис. 6.

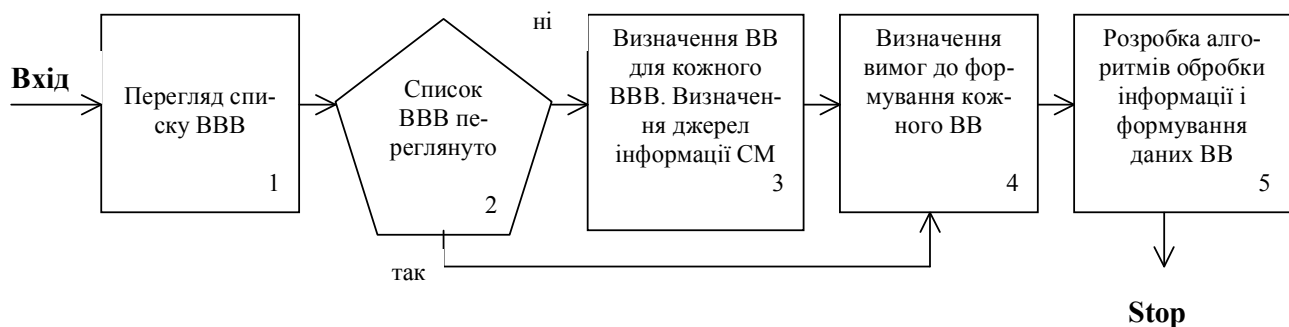


Рис. 6. Алгоритм формування процедурного змісту.

Блок 3. На моделі ЕО фіксуються джерела ВВ і визначаються процедури доступу до них і канали передачі інформації. Визначається загальна конфігурація структури елементів СМ.

Блок 4. Визначаються послідовність, ресурси і розробники СМ, а також усі комунікації СМ. Визначаються алгоритми опрацювання інформації СМ, форми подання інформації про ВВ і ВВВ, дисципліна збереження інформації, накопичення і видачі її в СУ ЕО. Виконання цих робіт істотно визначається класом належності до рівня виконання технології проектування СМ. Класифікація по рівнях належності технологій проектування визначається ступенем автоматизації технологічних операцій і подана на рис. 7.

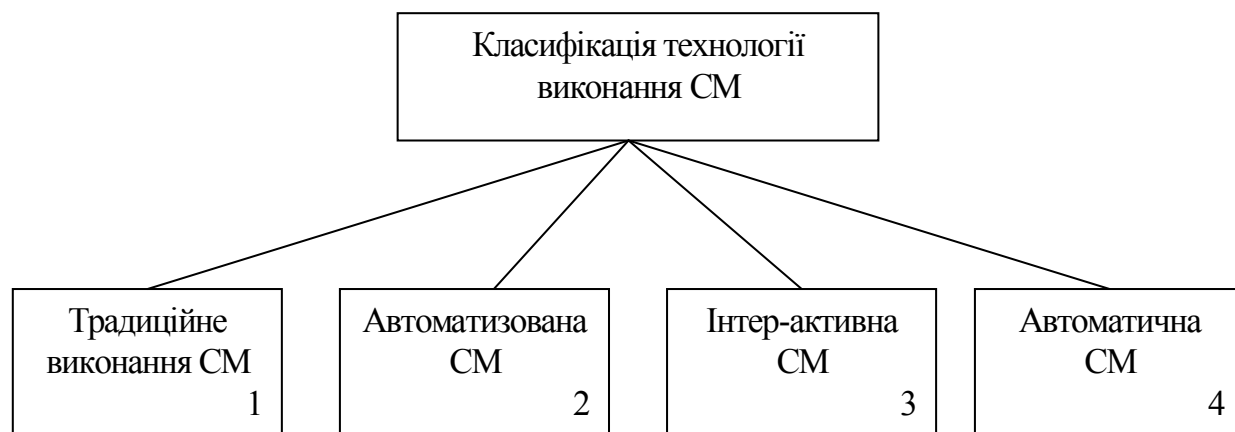


Рис. 7. Класифікація технології виконання СМ.

Традиційне виконання СМ відрізняється відсутністю засобів автоматизації. Збір інформації, її опрацювання і видача виконуються операторами, що працюють відповідно до інструкцій, визначаючих технологію роботи СМ.

Автоматизоване виконання припускає використання сучасних інформаційних технологій і апаратних засобів автоматизації процесу збору, передачу, опрацювання, накопичення і видачі інформації [78]. Оператор може брати участь у керуванні і диспетчуванні СМ, виконанні функцій опрацювання інформації і формування результатів (вихідних) роботи СМ.

Інтер-активне виконання СМ припускає обмін повідомленнями між оператором і обчислювальною системою, при якому система здійснює прийом, опрацювання і видачу повідомлень у реальному масштабі часу. Людина-оператор і його дія безпосередньо вбудовуються в технологічну схему функціонування СМ.

Автоматична СМ працює цілком самостійно, виконуючи задану програму без втручання людини-оператора. Роль оператора при цьому зводиться до проведення систематичного перевірконого контролю працездатності СМ або її перенастроюки.

Блок 5. Розробляються правила роботи СМ і інструкції з її обслуговування, визначається і призначається обслуговуючий персонал і документальний супровід функціонування і контролю СМ.

Якщо об'єкт спостереження носить множинний характер (група робочих, службовців, покупців, група верстатів і інших засобів опрацювання) виникають питання рандомізації. Ці ж питання можуть виявитися істотними при моніторингу, якщо в складі функцій опрацювання СМ використовуються алгоритми прогнозування. Рандомізація - процедура одержання еквівалентних груп, вирівнювання складу груп по яким-небудь критеріям. У рамках моніторингу є декілька можливостей для рандомізації. Одна з них зв'язана з визначенням еквівалентної групи. У якості еквівалента виступають значимі характеристики генеральної сукупності (наприклад, перші моменти розподілів імовірностей). Другий варіант рандомізації в рамках моніторингу зв'язаний із

можливістю роботи з великими вибірками. При цьому еквівалентність може бути досягнута випадково за умови використання досить великого числа об'єктів спостереження так само як і репрезентативність.

Найважливішою проблемою вибору й обґрунтування спостерігаємих об'єктів і мінімізації їх набору є використання індикаторів. Індикатор - доступна спостереженню і виміру характеристика (показник) об'єкта моніторингу. Індикатори можуть заміняти і представляти інші характеристики об'єкта моніторингу, недоступні для спостереження. Наприклад, в економіці індикатором розвиненості промислової інфраструктури території є показник заможності об'єктів, розташованих на цій території, каналізацією, водопостачанням, енергоносіями. Індикатори представляють множину об'єктів спостереження в СМ і їх число слід мінімізувати по вартісному критерію, тому що кожний об'єкт спостереження вимагає витрат.

Технологія побудови і функціонування СМ практично цілком визначається тією структурою і складом СМ, що будуть обрані при проектуванні. Задача вибору структури й обґрунтування складу СМ є непростю, а її рішення неоднозначним, особливо для масштабних СМ, що мають до того ж розподілений характер. У розподілених масштабних СМ крім складності рішення задачі вибору структури необхідно знайти рішення на вибір інформаційної комунікаційної мережі і інформаційно-обчислювальної мережі.

У масштабних розподілених системах циркулюють напружені потоки моніторингової інформації, яку необхідно накопичувати, берегти, передавати й обробляти. Сумарна вартість побудови мереж комунікації, збереження, передача й опрацювання інформації визначає вартість системи моніторингу. Вартість обчислювальних пристроїв визначається вартістю її запам'ятовуючих пристроїв. Таким чином велике визначене значення для визначення витрат на створення СМ грають об'єми інформації, циркулюючі у комунікаційних і інформаційно-обчислювальних мережах. Ці об'єми визначаються не тільки кількістю інформації, складеної в інформаційних потоках, але і ступенем ущільнення записів цієї інформації. Таким чином при формуванні ТПМ необхідно вирішити важливі і складні проблеми:

- розробити структурні моделі СМ;
- розробити методологію побудови комунікаційних і інформаційно-обчислювальних мереж СМ;
- розробити прийоми і алгоритми ущільнення записів інформації.

Лекція 4. Якість функціонування систем моніторингу.

- 1. Критерії оцінки якості функціонування системи моніторингу.**
- 2. Оцінка точності в системах моніторингу.**
- 3. Дискретність спостережень у системі моніторингу.**

1. Критерії оцінки якості функціонування системи моніторингу.

Системи моніторингу, представляючи функцію управління економічними об'єктами, мають ґрунтуватися на певних критеріях оцінки якості функціонування. Такі критерії відіграють важливу роль при проектуванні, порівняльній оцінці і вбудовуванні СМ у контур управління. Ця роль полягає в тому, що наявність критеріїв ефективності функціонування СМ дає можливість:

- оцінити існуючі СМ і ступінь задоволення покладеної на дану СМ місії;
- порівняти різні варіанти СМ між собою;
- сформулювати ціль проектування СМ;
- удосконалити методи проектування, технологію та апаратну реалізацію СМ з метою оптимізації критерію її оцінки.

Оскільки СМ виконує інформаційні функції, то, природно, критерії оцінки мають характеризувати інформаційні можливості СМ при реалізації нею своїх функцій.

Аналіз призначення систем моніторингу, областей їх застосування і конкретних реалізацій дає змогу визначити часткові критерії оцінки, що характеризують інформаційні аспекти функціонування СМ:

- точність інформації про ВВ, що видається;
- дискретність інформації, що видається;
- форму подання інформації;
- функції обробки інформації, які виконує СМ;
- вартість реалізації і функціонування;
- чисельність обслуговуючого персоналу.

Перші три критерії обов'язкові для СМ будь-якого масштабу; функції обробки реалізуються складними і розвинутими СМ, для них, звичайно,

важливий і останній критерій. Загальний критерій ефективності СМ являє собою згортку зазначених критеріїв.

Розглянуті вище три критерії оцінювання точності функціонування СМ — точність представлення ВВ, дискретність і форма подання даних — можна вважати основними, але при оцінюванні та порівнянні різноманітних реалізацій СМ важливі значення ще трьох критеріїв:

- оцінка ризику комплексу «СМ — об'єкт моніторингу»;
- наявність і характеристика функцій обробки інформації у складі СМ;
- вартість побудови і забезпечення функціонування СМ.

В останній показник може включатися оцінка чисельності та кваліфікації персоналу, залученого спеціально для забезпечення функціонування СМ.

Оцінка ризику комплексу «СМ — об'єкт моніторингу» в умовах ринкових відносин набуває в економічних системах винятково важливого значення, оскільки у функціонуванні економічного об'єкта ризик неминуче є присутній. У такому комплексі має місце можливість ризику при функціонуванні об'єкта моніторингу і ризику, обумовленого фактом наявності СМ. Функції обробки інформації покладаються на СМ різною мірою. Основним показником розширення цих функцій є масштабність об'єкта моніторингу і, отже, потужність множини ВВ. Проте цей критерій не можна розглядати у загальному вигляді, він потребує урахування характеристик і потреб конкретного об'єкта моніторингу. Найтиповішою функцією обробки, покладеною на СМ, є прогнозування найважливіших ВВ на основі отримуваної моніторингової інформації. Ця функція найчастіше використовується при моніторингу економічних об'єктів. На цих же об'єктах використовуються і функції аналізу стану об'єктів шляхом порівняння моніторингової інформації з плановою або регламентною. У масштабних СМ часто необхідним є виконання функцій підтримки прийнятих управлінських рішень. Тому задачі виконання функцій обробки інформації слід конкретно вирішувати для конкретних систем. З принципової позиції обмежень тут не повинно бути. Більші можливості

реалізації функцій обробки інформації забезпечує застосування для цих цілей експертних систем.

Найбільш універсальним і поширеним критерієм оцінки є вартість побудови і забезпечення функціонування СМ. Зменшення вартості при всіх заданих рівнях забезпечення інших критеріїв може досягатися як на етапі побудови СМ, так і при розробці технології її роботи та раціоналізації системи комунікацій, що відіграє важливу роль у СМ. Максимальні досягнення в цьому напрямі забезпечує застосування оптимізаційних методів і моделей.

Розглянемо методологію використання запропонованих критеріїв оцінки та згортки їх у загальний критерій. Введемо позначення:

F_1 — точність;

F_2 — дискретність;

F_3 — форма представлення;

F_4 — рівень ризику;

F_5 — наявність алгоритмів обробки;

F_6 — вартість побудови і забезпечення функціонування;

W — критерій згортки.

Співвідношення

$$W = F(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6) \quad (1)$$

є процедура згортки.

Розглянемо форми і засоби представлення частинних критеріїв оцінки.

F_1 визначається законом розподілу ймовірностей значення ВВ та його параметрів. Для нормального розподілу це:

H - ідентифікатор виду розподілу;

m - математичне сподівання ВВ;

σ - середньоквадратична помилка.

При точковій оцінці це:

x - точкова оцінка ВВ;

$|\epsilon|$ - довірчий інтервал;

β - довірна ймовірність.

У такий спосіб F_1 оцінюється трьома скалярними значеннями.

F_2 обчислюється відповідно до методів і виражається через τ .

F_3 визначається на основі порівняння вимог до вихідних характеристик, що видаються СМ, і вхідних даних про ВВ. Якщо вони не збігаються, але СМ має засоби перетворення, то $F_3 = 1$, якщо СМ їх не має, то $F_3 = 0$. За збігу вимог і форми подання вхідних даних $F_3 = 1$.

Отже, F_3 визначається однорозрядною булевою змінною

$$F_3 = \begin{cases} 1, \text{ якщо є можливість перетворення форм характеристик,} \\ \quad \text{а вони співпадають} \\ 0, \text{ у протилежному випадку} \end{cases}.$$

F_4 — рівень ризику — виражається в абсолютному або відносному вимірі. У тому й іншому випадках ці оцінки не мають складного характеру і виражаються звичайно двома числами: Mr — математичне сподівання рівня ризику; σ_p — середньоквадратична помилка визначення рівня ризику. Отже, $F_4 = \{Mr, \sigma_p\}$.

F_5 — важко формалізований критерій, для його визначення необхідно прийняти угоду. Прикладом такої угоди може бути таке. До СМ висувуються вимоги наявності списку M_1 алгоритмів обробки, СМ має засоби реалізації списку з M_2 алгоритмів обробки. У цьому випадку можлива оцінка:

$$F_5 = \begin{cases} 1, \text{ якщо } M_1 \subset M_2 \\ 0, \text{ якщо } M_1 \not\subset M_2. \end{cases}$$

F_6 — вартісна оцінка СМ; включає F_6^1 — вартість побудови СМ; F_6^2 — вартість забезпечення функціонування СМ в одиницю часу (наприклад, один рік). Може використовуватися оцінка F_6 у такому вигляді:

$$F_6 = F_6^1 + F_6^2 - \text{вартісна сумарна оцінка.}$$

Під процедурою згортки розуміється встановлення співвідношення $W=F(F_1 \dots F_6)$ за умови приведення часткових критеріїв F_i , $i = \overline{1,6}$, до спільної системи обчислення, за допомогою введення вагових коефіцієнтів γ_i , що визначаються експертним шляхом в кожній системі моніторингу.

$$W = \sum_{i=1}^6 F_i \cdot \gamma_i.$$

Тоді W і дає уявлення про ступінь відповідності СМ висунутим вимогам.

Система моніторингу має багатоаспектний характер, тому оцінка якості її функціонування виглядає надзвичайно складною. Запропоновані шість часткових критеріїв і критерій згортки дають повне уявлення про оцінку СМ, але існує ще один аспект, який необхідно розкрити. Окремий частковий критерій визначає конкретну систему властивостей СМ. Однак практично всі часткові критерії не можна розглядати як незалежні, між ними існує певний зв'язок, що також слід оцінювати. Крім того важливе значення для будь-якого критерію має його фізична інтерпретація і його ранг на шкалі корисності або практичної значимості. Для вирішення цих проблем було б корисним розглянути ще один критерій, назовемо його універсальним, що дозволяє оцінювати взаємозв'язок часткових критеріїв і їх положення на шкалі корисності.

Попередньо обговоримо проблему взаємозв'язку часткових критеріїв, що іноді трактується не зовсім правильно. Іноді робляться спроби ототожнення або взаємозамінності критеріїв F_1 і F_2 . Без усякого сумніву ці критерії дуже тісно зв'язані, проте вони різні, і відображають різні властивості СМ. Критерій F_1 визначає точність визначення координат ВВ у момент спостереження ($t=0$). Згодом ця точність не може бути підвищена, але її зниження з часом відбувається ($t>0$), тому період часу між спостереженнями (τ), прямо залежними від F_2 впливає на значення F_1 , розглянуте як функція часу. Тому можна стверджувати, що вимога до F_1 і F_2 взаємозалежні, але не адекватні.

Аналогічні твердження можна зробити щодо порівняння інших часткових критеріїв, так, наприклад, поліпшення F_1 - F_5 звичайно веде до зниження якості F_6 . Порівняння часткових критеріїв між собою зручніше усього робити за допомогою універсального критерію, що відображає кількісно властивості корисності.

Розглянемо можливість вибору універсального критерію при допущеннях:

- часткові критерії оцінюють інформаційні аспекти моніторингу, тому теоретико-інформаційна міра для них є природною;
- деякі положення зручно інтегрувати на прикладі конкретних систем моніторингу, у якості такої системи будемо використовувати розподілену в просторі і в часі масштабну систему моніторингу.

Для визначення функції корисності необхідно задати значення, що забезпечують відповідно оцінки, які враховуються в часткових критеріях і які значення визначаються відповідно до потреб забезпечення нормального функціонування об'єкта керування. При цьому слід враховувати, що часткові критерії оцінки СМ можуть бути конфліктними. Наприклад, при визначенні заданого значення дискретності моніторингу $\tau_{\text{зад}}$ варто враховувати, що $\tau_{\text{зад}}$ визначає динамічні характеристики точності визначення спостережуваних ВВ. З точки зору точності визначення ВВ, чим менше $\tau_{\text{зад}}$, тим із більшою точністю вони визначаються. Але завищені вимоги посилюють навантаження на канали передачі інформації і систему обробки інформації, включаючи параметри запам'ятовуючих пристроїв у системі обробки, тому потрібно визначати мінімальні вимоги до визначення $\tau_{\text{зад}}$, щоб не підвищувати вартісні оцінки. Саме ці задачі ми розглядатимемо нижче.

Найважливішим моментом, поряд із визначенням цілі моделювання, є вибір критерію ефективності при дослідженнях на моделі. Звичайно схема вибору критерію має такий вигляд: визначення загального критерію ефективності функціонування об'єкта; визначення часткових критеріїв ефективності, критичних до змін досліджуваних властивостей; встановлення

взаємозв'язку загального і часткового критеріїв; визначення можливості його використання для дослідження.

Перший етап цієї схеми майже очевидний: екстремуми загального і часткового критеріїв часто не збігаються, а щоб не загубити ефект системності, необхідно будь-яке рішення в остаточному підсумку розглядати з позицій загального критерію. Використовувати загальний критерій для всебічного дослідження функціонування об'єкта звичайно буває дуже складно і такий підхід є неконструктивний. Зручніше і простіше використовувати часткові критерії, але потрібно встановити їх взаємозв'язок із загальним критерієм так, щоб все ж таки оптимізувався загальний критерій. Досліджуючи взаємозв'язок, визначають і області і значення часткових критеріїв, що мають бути забезпечені при виборі досліджуваної величини, властивості, структури.

Будь-яка інформаційна система забезпечує визначення і видачу деяких даних із заданою точністю і достовірністю. Іноді до них додають продуктивність системи при видачі інформації або її інформаційну пропускну спроможність. Усі ці часткові критерії (точність, достовірність, продуктивність) взаємозалежні і взаємопов'язані. Дійсно, якщо продуктивність системи обмежена і не видаються деякі типи даних, то це можна трактувати, як повну відсутність точності невиданих значень. Таким же чином можна зв'язати точність і достовірність. Той факт, що ці критерії взаємозалежні, унеможливорює використання їх окремо, оскільки можна домогтися збільшення, наприклад, точності за рахунок зниження достовірності або пропускну спроможності. Але дослідження по трьох різних критеріях досить складні, оскільки потребують не менш складного узгодження. Тому виявляються цікавими спроби підібрати такий інтегральний критерій, який би описував одночасно точність, достовірність і пропускну спроможність і був конструктивним, тобто обчислюваним на моделі теоретико-інформаційного рівня.

Обговоримо можливе використання природного для теоретико-інформаційної моделі критерію — середньої кількості інформації на символ

(слово) повідомлень, що одержуються або видаються системою моніторингу. Позначимо його для стислості ІМ (інформаційна міра). Будемо розглядати тільки дискретні системи, для яких використовуються знакові моделі, а потоки інформації подаються в текстовій формі. Властивості знакових систем вивчає семіотика, що має три основні аспекти: синтаксис, семантику і прагматику. Синтаксис вивчає структурні аспекти сполучень знаків системи, правила утворення їх і перетворення безвідносно до їх призначень і функцій. Різноманітні, у тому числі статистичні методи дають змогу при відомих припущеннях визначити величину ІМ з урахуванням аспектів синтаксису при відомих припущеннях, сформульованих для конкретних текстів. Семантика вивчає знакові системи як засоби вираження змісту, а прагматика — відношення до самої знакової системи (адресата або інтерпретатора). Основним обмеженням на застосування теоретико-інформаційних методів і моделей для прикладних цілей (крім систем зв'язку і кодування) завжди були твердження про некритичність ІМ у семантичному і, тим більше, прагматичному аспектах. На практиці панує думка, що ІМ не має фізичного змісту в тому розумінні, що його мають інші критерії. Наприклад, у задачах лінійного програмування використовуються чітко виражені вартісні або часові критерії, у задачах теорії масового обслуговування — час сподівання, довжина черги, можливість відмови, тобто критерії мають цілком визначену фізичну інтерпретацію. Найбільш близька до теорії інформації дисципліна — теорія ймовірностей, іноді теорію інформації навіть трактують як її відгалуження. Але і там застосовувані критерії — можливість події, середнє значення величини, середнє зважене значення і т. п. — мають цілком визначені значення. Таку визначену фізичну інтерпретацію мають навіть моменти вищих порядків. Порівняємо ІМ із критеріями близької до неї теорії ймовірностей. У теорії ймовірностей вихідний критерій (можливість події) відноситься саме до цієї події і прив'язаний саме до неї, тому всі похідні критерії (моменти) також інтерпретуються в термінах подій і відносяться до них безпосередньо. Навіть такі інтегральні оцінки, як математичне сподівання або дисперсія, вимірюються

в термінах подій (або величин). У теорії інформації ІМ має особливий і своєрідний зміст — вона не відноситься ніяк до окремої події, а визначається саме на повній групі подій і тільки на ній. З іншого боку, що не менш важливо, середня кількість інформації вимірюється не в термінах подій і навіть не в термінах можливості подій, а складним чином, із використанням імовірності події і логарифма ймовірностей. Формально ІМ утворюється як середнє зважене значення $\log P_i$, але саме поняття $\log P_i$ (P_i — можливість появи i -ї події) фізичного змісту окремо не має. Ці обставини утруднюють безпосереднє тлумачення фізичного змісту ІМ і не дають змоги безпосередньо зв'язати його з подіями, ентропія яких вимірюється при обчисленні ІМ. Проте усе ж уможлиблюють знаходження способу фізичного трактування ІМ, до речі, такі спроби неодноразово робилися. Однією з перших спроб такого роду було введення А. А. Харкевичем поняття «цінність інформації». Міра цінності інформації не збігалася з ІМ і не була з нею безпосередньо пов'язана. За Харкевичем, цінність інформації (C) вимірюється за формулою:

$$C = \log \frac{P_2}{P_1},$$

де: P_1 — можливість досягнення цілі (події) до одержання інформації;

P_2 — можливість досягнення цілі (події) після одержання інформації;

C — цінність інформації.

Ця міра не знайшла на практиці широкого застосування. З інших мір найпомітнішою є міра, запропонована Стратановичем і заснована на байєсовій оцінці виходів подій. Становить інтерес підхід до визначення цінності інформації, з позицій оцінки ризику.

Той факт, що спроби визначити цінність інформації (яку правильніше віднести до прагматичного, а не до семантичного аспекту) не дали суттєвих результатів, був витлумачений так, що теорію інформації взагалі, і ІМ зокрема, стали вважати застосовною тільки до вирішення задач зв'язку і кодування, перешкодостійкого кодування і статистичного кодування. Для інших прикладних задач стали вважати, що застосування теоретико-інформаційних

моделей обмежено відсутністю фізичної сутності ІМ. Як доказ прикладної обмеженості наводять такий приклад. З формальної точки зору два повідомлення «почалася війна» і «приїдемо скоро» вважають однаково інформативними, оскільки вони містять однакову кількість слів і символів і обидва виражені тією самою мовою, тому від інформаційних моделей не можна очікувати яких-небудь корисних рішень.

Насамперед, будемо розрізняти синтаксичний і семантичний аспекти (СИНА і СЕМА). У випадку СИНА повну групу подій утворюють знаки, що складають коди повідомлень або подій. Імовірнісна міра визначається саме на цій повній групі і вона цілком визначає ІМ, тому СЕМА в цій ситуації, а отже, і прагматичний аспект, цілком ігноруються. Дійсно, такі розгляди придатні для дослідження систем зв'язку, що передають і приймають знакові комбінації. У даному випадку немає ніяких зв'язків (точніше, вони не розглядаються) між знаковою системою і системою реальних об'єктів і повідомлень. З формальної точки зору, з аналогічною ситуацією можна зустрітися і в теоретико-ймовірнісних дослідженнях.

Нехай ми розглядаємо ризик неповернення суми інвестиції. Тоді ця можливість для будь якої повної групи подій визначатиметься безпекою для інвестицій понад великої суми і невеликої суми. Інша справа, що в даному випадку при використанні ймовірнісних методів легко ввести, наприклад, вагому функцію (суму інвестиції) і з точки зору змістовності, поставити усе на місце, узгодити “вартість” інвестиції на її вплив на теоретико-ймовірнісні критерії. У теоретико-інформаційних моделях це робиться інакше і дещо складніше, оскільки не можна приписати «вагу» конкретній події, адже ІМ визначена для всієї повної групи подій. Проте нижче ми покажемо спосіб узгодження формальної знакової моделі цього рівня і реальної системи подій.

У випадку СЕМА визначення повної групи подій набуває зовсім іншого значення. Тут треба цілком відмовитися від орієнтації на знакову систему і виходити з реальних подій або повідомлень, що описуються за допомогою теоретико-інформаційної моделі. Тоді кожній події можна приписувати

«теоретико-інформаційну вагу» (ТІВ), рівну величині ІМ, властивій даній події. У цій ситуації наведений приклад набуває зовсім іншого висвітлення. Якщо відірватися від знакової системи, то повідомлення варто розглядати як код, що має свою ТІВ, причому визначену споживачем інформації (або дослідником модельованої системи), яка залежить від його тезауруса і зацікавленості. Так, перше повідомлення прикладу (банкротство банку А) для трирічної дитини можливо буде мати меншу ТІВ, ніж друге, якщо вона очікує приїзду улюбленої бабусі або тітки. Для дорослої ж людини перше повідомлення породжує масу подій, повна група яких просто неозора, і цей код має незрівнянно більшу ТІВ.

2. Оцінки точності в системах моніторингу.

У самому загальному випадку вимірювання — це порівняння вимірюваної величини з побудованою в той чи інший спосіб шкалою можливих значень цієї величини; результат вимірювання ніколи не може являти собою точне значення вимірюваної величини, а є лише вказівкою на вузький інтервал її можливих значень. Вимірювання — процес, що полягає у порівнянні вимірюваної величини з деяким її значенням, прийнятим за норматив. У даному контексті терміном “вимірювання” позначається будь який спосіб знаходження значення ВВ, отриманого від джерела інформації. Джерелом інформації можуть бути: дані, отримані від експерта; дані, передані по каналах зв'язку; результати розрахунків показника; дані отримані з бази даних, тощо.

Вимірювана величина завжди визначається з деякою помилкою (похибкою). Ця помилка може бути інструментальною — при вимірі, виникати при реєстрації або перезапису даних, при передаванні по каналах за наявності перешкод. Так, при повідомленні про результати виконання виробничої програми в одиницях виробів, здавалося б, помилки не може бути. Але результати можуть бути отримані в деякому інтервалі часу, через що й можлива помилка.

Система моніторингу, видаючи інформацію про систему ВВ, використовує деякі джерела одержання цієї інформації, яка може бути опрацьована з різним ступенем складності. Вхідна відносно СМ інформація

може формуватися або утворюватися в різні способи, а джерелами її можуть слугувати: система звітності організації, дані, одержувані від інших систем по каналах зв'язку, результати вимірювання спостережуваних величин і характеристик об'єктів, повідомлення про явища природи, ринкова інформація тощо. Але якщо конкретно не була вхідна інформація, вона відображає фактично існуючі явища, реальні закономірності та факти. В основі отримання всіх цих характеристик лежать дослідні дані, експериментальні дані, фіксація реальних явищ, дані, отримувані у вигляді повідомлень або в результаті вимірів.

Результати вимірів і повідомлень у реальній дійсності мають імовірнісну природу і залежно від форми подання даних (неперервна або дискретна) визначаються законом розподілу ВВ, імовірністю достовірності даного повідомлення або іншими статистичними характеристиками. На практиці вхідна інформація базується на статистичному матеріалі обмеженого обсягу (два-три десятки спостережень). Така обмеженість звичайно пов'язана з дорожнечою і складністю кожного вимірювання. Цього матеріалу часто буває недостатньо для визначення закону розподілу випадкової величини, проте існуючі дані можуть бути оброблені та використані для одержання деяких відомостей про ВВ. У таких випадках можна говорити про одержувану оцінку ВВ. Якщо ця оцінка виражається одним числом, то вона називається точковою. Щоб охарактеризувати точність і надійність точкової оцінки ВВ, у математичній статистиці користуються так званими довірчими інтервалами і довірчими ймовірностями.

Визначимо довірчий інтервал і довірчу ймовірність.

Нехай для значення ВВ отримана точкова оцінка a . Якщо позначити через ε можливу помилку точкової оцінки і вважати, що з імовірністю β ця помилка не перевищить $|\varepsilon|$, то:

$$I_{\beta} = (a - \varepsilon, a + \varepsilon)$$

ε довірчим інтервалом, а значення β

$$\beta = P(a - \varepsilon \leq \bar{a} \leq a + \varepsilon)$$

називають довірчою ймовірністю визначення істинного значення ВВ, рівного \bar{a} .

Значення $a_1 = \bar{a} - \varepsilon$ та $a_2 = \bar{a} + \varepsilon$ називають довірчими межами.

Довжина довірчого інтервалу дорівнює 2ε . Для визначення чисельних значень довжини довірчого інтервалу і довірчої ймовірності потрібно знати (або мати гіпотезу) функцію розподілу значення ВВ. Нехай ВВ розподілена за нормальним законом з функцією розподілу $F(x)$:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (4)$$

і ми хочемо визначити математичне сподівання ВВ із довірчою ймовірністю β .

За формулою визначення ймовірності випадкових величин, розподілених за нормальним законом влучення на ділянку, симетричну щодо центру розсіювання m , знаходимо:

$$P(|x - m| \leq \varepsilon) = 2\Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) = \beta,$$

де σ — середнє квадратичне відхилення.

З рівняння $2\Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) = \beta$ знаходимо значення ε :

$$\varepsilon = \sigma \arg \Phi\left(\frac{\beta}{2}\right), \quad (5)$$

де $\arg \Phi(x)$ — функція, обернена до $\Phi(x)$, тобто таке значення аргументу, при якому нормальна функція розподілу дорівнює $\Phi(x)$.

З формули 5 випливає, що між значеннями 2ε і β існує функціональна залежність і, задавши ε , ми можемо визначити β і навпаки. У цілому ряді додатків важливо визначити оптимальне співвідношення між ε і β . Скористаємося теоретико-інформаційним критерієм I при визначенні цього співвідношення і обчислимо:

$$I = H^1 - H^2, \quad (6)$$

де H^1 і H^2 апіорна та апостеріорна ентропія визначення значення ВВ з урахуванням прийнятого співвідношення.

Величина H^1 не залежить від співвідношення між ε і β , а H^2 визначається відповідно за формулою:

$$H^2 = \beta H_\beta + (1 - \beta) H_{1-\beta}, \quad (7)$$

де H_β і $H_{1-\beta}$ — умовні ентропії при прийнятті гіпотез про влучення та невлучення ВВ у довірчий інтервал;

$$H_\beta = \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} f(x) \ln f(x) dx - \ln \Delta, \quad (8)$$

де: $f(x)$ щільність розподілу ВВ при влученні її у довірчий інтервал;

Δ — «ділянка нечутливості».

При застосуванні методу довірчих інтервалів у випадку невлучення ВВ у довірчий інтервал (з імовірністю $1 - \beta$) ми використовуємо лише інформацію про те, що ВВ не належить довірчому інтервалу, що зменшує апіорну ентропію H^1 на величину H_β . Отже:

$$H_{1-\beta} = H^1 - H_\beta; \quad (9)$$

з огляду на (6) — (3.7), одержуємо

$$I = \beta H^1 + H_\beta (1 - 2\beta). \quad (10)$$

Для обчислення H_β необхідно з'ясувати закон розподілу $f(x)$ ВВ. Вважаючи закон розподілу усіченим нормальним і використовуючи метод довірчих інтервалів, одержуємо вираз для усіченого нормального закону:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} & \text{при } -\varepsilon \leq x \leq \varepsilon \\ 0 & \text{при } x \leq -\varepsilon, x \geq \varepsilon \end{cases}$$

Підставляючи значення $f(x)$ у 3.8, отримаємо:

$$H_\beta = \frac{1}{\beta\sqrt{\pi}} \int_0^{\Phi^{-1}(\beta)} y^2 e^{-y^2} dy + \ln\left(\beta \frac{\sigma}{\Delta} \sqrt{2\pi}\right), \quad (11)$$

де $\Phi^{-1}(\beta)$ — обернена функція Лапласа.

У табл. 1 наведено значення інтеграла, що входить у вираз 11.

Таблиця 1

Значення інтеграла у виразі 11

Z	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$\int_0^z y^2 e^{-y^2} dy$	0,001	0,0022	0,0082	0,019	0,0356	0,0579	0,088	0,1176
Z	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
$\int_0^z y^2 e^{-y^2} dy$	0,1526	0,1891	0,225	0,2509	0,2936	0,323	0,3188	0,3704
Z	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
$\int_0^z y^2 e^{-y^2} dy$	0,3883	0,4027	0,4139	0,4224	0,4287	0,4332	0,4365	0,4387
Z	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0		
$\int_0^z y^2 e^{-y^2} dy$	0,4402	0,4411	0,4418	0,4422	0,4424	0,4426		

Для обчислення значення H^1 зручно навести у вигляді:

$$H^1 = \ln \frac{\sigma}{\Delta} + H^*.$$

Ентропію H^1 та H_β зв'язує вираз 9, але $H_\beta < H^1$, оскільки всі обчислення спрямовані на зменшення невизначеності значення ВВ.

З урахуванням виразів (10) — (12) одержуємо значення критерію I :

$$I = (1 - \beta) \ln \frac{\sigma}{\Delta} + H^* \beta + (1 - 2\beta) \left[\ln(\beta \sqrt{2\pi}) + \frac{2}{\beta \sqrt{\pi}} \int_0^{\Phi^{-1}(\beta)} y^2 e^{-y^2} dy \right]. \quad (12)$$

При цьому значенні ε і β пов'язані між собою виразом (5).

У практичному діапазоні значень $\left(H^* \geq 5, \frac{\sigma}{\Delta} = 0,1 \div 1 \right)$, оптимальне значення довірчої ймовірності має високе значення $\beta_{opt} = 0,96 \div 0,98$. Тому інформативнішими є дані про значення ВВ, що обчислюються з високою довірчою ймовірністю. Значення довірчого інтервалу визначається при цьому відповідно до (5).

У реальних додатках до СМ завжди висуваються вимоги щодо точності визначення значення ВВ. Найчастіше в результаті вимірів визначається ряд значень x_1, x_2, \dots, x_n ВВ, після обробки якого може бути визначений ряд характеристик ВВ (ми припускаємо, що вона розподілена за нормальним законом).

Нехай в результаті обробки ряду значень x_1, x_2, \dots, x_n визначено щільність закону розподілу ВВ:

$$f_1(x) = \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a_1)^2}{2\sigma_1^2}}. \quad (13)$$

При цьому виявилось, що $\sigma_1 > \sigma_{зад}$ або $a_1 \neq a_{зад}$, де $a_{зад}$ і $\sigma_{зад}$ — задані значення щільності розподілу ВВ, що висуваються до СМ.

У цьому випадку для виконання вимог необхідно провести додаткову серію вимірів значень ВВ. Нехай у результаті проведення додаткової серії вимірів отримана щільність розподілу

$$f_2(x) = \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a_2)^2}{2\sigma_2^2}}. \quad (14)$$

Аналогічно можна трактувати два виміри однієї й тієї ж ВВ, виконані різними засобами.

Задача полягає у визначенні результуючого закону розподілу ВВ. Результати вимірів — розподіли $f_1(x)$ і $f_2(x)$ — будемо називати першою і другою вибіркою відповідно. За наявності тільки першої вибірки природно

думати, що вона являє собою випадкову величину з апіорною щільністю розподілу $\varphi_1(x)$ при $\alpha = 0$. Тоді:

$$\varphi_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} e^{-\frac{(x-a_1)^2}{2\sigma_1^2}}.$$

За цієї умови розподіл другої вибірки $\varphi_2(x)$ матиме вигляд:

$$\varphi_2(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma_2^2}},$$

де $c = |a_2 - a_1|$, а початок координат відповідає умові одержання першої вибірки.

Скористаємося формулою Байєса і одержимо:

$$\varphi(x) = \frac{\varphi_1(x)\varphi_2(x)}{\int_{-\infty}^{\infty} \varphi_1(x)\varphi_2(x)dx}. \quad (15)$$

Підставляючи у формулу (15) значення $\varphi_1(x)$ і $\varphi_2(x)$, після перетворення одержимо:

$$\varphi(x) = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}{\sqrt{2\pi}\sigma_1\sigma_2} \exp \left[\frac{\left(\frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - x \right) (\sigma_1^2 - \sigma_2^2)}{2\sigma_1\sigma_2} \right]. \quad (16)$$

Як бачимо, отриманий вираз описує нормальний закон розподілу з параметрами:

$$m_0 = \frac{c\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}; \quad \sigma_0 = \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}. \quad (17)$$

Оскільки обидві вибірки відносяться до однієї й тієї ж ВВ, то, за рівності в них числа вимірів n , варто очікувати $\sigma_1 = \sigma_2$, при цьому:

$$\sigma_0 = \frac{\sigma}{\sqrt{2}}. \quad (18)$$

З формули (18) випливає, що шляхом використання додаткової вибірки можна збільшити результатну точність вимірювання, причому не обов'язково

вирівнювати потужності множин вимірів в обох вибірках. Навіть якщо в другій вибірці використано меншу кількість вимірів, ніж у першій, і $\sigma_1 > \sigma_2$, усе одно, відповідно до, $\sigma_0 < \min[\sigma_1, \sigma_2]$ і результат додаткової вибірки підвищить результатну точність визначення значення ВВ.

Будь-які відомості про значення ВВ утворюються в результаті її вимірювання. Головною ознакою вимірювання є одержання інформації про кількісне значення ВВ, проте форма подання результату виміру не може визначатися безвідносно до того, для чого необхідний результат цього виміру.

Результат виміру має обмежуватися деяким полем допуску $\pm \Delta$, в який вкладаються похибки вимірювання. Припущення про існування такої граничної похибки, яка не може бути перевищена, є неприйнятним, оскільки значення «максимальної спостережуваної похибки» є випадковою величиною, яка монотонно зростає зі збільшенням числа вимірів.

Найповнішою характеристикою опису похибки визначення ВВ є завдання розподілу ймовірності розміру похибки. При цьому використовується завдання щільності розподілу ймовірностей помилок (H^*). Ці величини визначаються законом розподілу помилки. Найчастіше використовуються рівномірний і нормальний закони розподілу. Розглянемо ці випадки.

Рівномірний закон розподілу.

Щільність розподілу ймовірностей записується по ділянках:

$$p|x| = \begin{cases} 0, & \text{при } |x| > \Delta \\ \frac{1}{2\Delta}, & \text{при } |x| < \Delta. \end{cases}$$

Середньоквадратична помилка дорівнює:

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 p(x) dx = \int_{-\Delta}^{+\Delta} x^2 \frac{1}{2\Delta} dx = \frac{(\Delta)^2}{3};$$

$$H^2 = - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \ln p(x) dx = - \int_{-\Delta}^{+\Delta} \frac{1}{2\Delta} \ln \frac{1}{2\Delta} dx = \ln 2\Delta.$$

Нормальний закон розподілу.

Щільність розподілу дорівнює:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}};$$

Середньоквадратична помилка дорівнює:

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 p(x) dx = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx;$$

$$\begin{aligned} H^2 &= - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \ln p(x) dx = - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \left(\ln(\sqrt{2\pi}\sigma) + \frac{x^2}{2\sigma^2} \right) dx = \\ &= \ln(\sqrt{2\pi}\sigma) \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) dx + \frac{1}{2\sigma^2} \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 p(x) dx, \end{aligned}$$

Оскільки $\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 p(x) dx = \sigma^2$,

$$H^2 = \ln \sqrt{2\pi}\sigma + \frac{1}{2} = \ln \sqrt{2\pi e}\sigma.$$

Отримані результати оцінки точності визначення значень ВВ використовують п'ять показників визначення точності. Це:

x - похибка виміру;

σ - середньоквадратична похибка;

σ^2 - дисперсія ВВ;

A - максимальна похибка;

H^2 - апостеріорна ентропія оцінки ВВ.

Якщо перші чотири оцінки мають загальновідому фізичну інтерпретацію, то інтерпретація H^2 потребує роз'яснень. Ентропія значення ВВ характеризує невизначеність нашого знання щодо значення ВВ. Її можна інтерпретувати як величину, пропорційну зваженій точності, або як згладжування результатів окремих вимірів. Одне слід вважати непорушним: чим менша H^2 , тим менша невизначеність у наших знаннях про значення ВВ. Отже, ця міра без будь-яких

обмежень може бути використана у порівняльних оцінках: чим менша H^2 , тим більше ми знаємо про ВВ.

У кожному конкретному випадку в СМ використовуються всі або деякі з перерахованих показників, які зручні для споживача чи для використання в подальших розрахунках.

3. Дискретність спостережень у системі моніторингу.

Система моніторингу призначена для спостереження, оцінювання і прогнозування станів деякого об'єкта, що знаходиться у взаємодії з навколишнім середовищем, а також для аналітичної обробки даних моніторингу. Природа спостережуваних об'єктів може бути найрізноманітнішою. Це і система характеристик (значень) портфеля цінних паперів, і система значень економічних показників підприємства, характеристики технологічного об'єкта тощо. Важливо вирізняти такі дві обставини:

— моніторинг доцільно проводити тільки для динамічних об'єктів, що потребує введення до розгляду чинника часу;

— будь-які спостережувані характеристики є вимірними і характеризуються сигналами, заданими в дискретній або аналоговій формі. Отже, система моніторингу має інформаційну природу і відповідне представлення.

Система моніторингу повинна надавати інформацію про спостережувані характеристики об'єкта з деякою необхідною точністю, яка визначається точністю первинного вимірювання або отримання інформації, що залежить від багатьох чинників: вимірювальної системи, системи зв'язку або документальних джерел і можливих ушкоджень при зберіганні, передачі та обробці інформації в самій СМ і в каналах передачі.

Дійсно, будь-які СМ видають інформацію з деяким періодом дискретності τ . Навіть якщо інформація видається безперервно, то її аналіз і використання відбуваються в дискретні моменти часу. До того ж, на

проходження та обробку інформації від джерел до засобів аналізу витрачається час δ і виконується умова $\delta \leq \tau$.

Період дискретності τ є найважливішою характеристикою системи моніторингу, його значення визначається як розв'язання конфліктної ситуації:

- збільшення τ призводить до втрати точності спостереження системи моніторингу;
- зменшення τ збільшує навантаження на джерела інформації, систему передачі інформації, систему обробки інформації.

Тому при визначенні τ необхідно виконати умову: визначити залежність точності отримання інформації системою моніторингу від часу її запізнення t_3 між моментом її отримання і моментом використання, при цьому має виконуватися умова

$$t_3 \leq \tau.$$

Визначимо цю залежність.

Реально первинне значення вимірюваної величини x визначається з деякою точністю, яка характеризується в момент часу $t = 0$ (момент вимірювання) диференціальним законом розподілу $\varphi(x, 0)$ та ентропією:

$$H(x, 0) = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x, 0) \log_2 \varphi(x, 0) dx.$$

За час τ щільність розподілу φ зміниться за рахунок деформації цього закону (його розмивання) і виникне додаткова помилка, яку ми назовемо динамічною помилкою моніторингу. При цьому виникає динамічна втрата інформації моніторингу $\Delta I(\tau)$, що вимірюється як втрата ентропії співвідношенням:

$$\Delta H(\tau) = H(x, \tau) - H(x, 0) = \int_{-\infty}^{+\infty} [\varphi(x, \tau) \log_2 \varphi(x, \tau) - \varphi(x, 0) \log_2 \varphi(x, 0)] dx.$$

Для визначення $\Delta I(\tau)$ необхідно обчислити $\varphi(x, \tau)$, для чого розглянемо функції розподілу $x - F(x, 0)$ і $F(x, \tau)$. Введемо до розгляду приріст Δt часу t ($0 \leq t \leq \tau$) і покладемо:

$$\Delta x = V(t) \Delta t, \quad (19)$$

де $V(t)$ — швидкість зміни вимірюваної величини x у момент t .

Закон розподілу вимірюваної величини позначимо через $F(x, t)$, тоді:

$$F(x, t) = \int_0^x \varphi(y, t) dy. \quad (20)$$

За час Δt закон розподілу $F(x, t)$ змінюється відповідно до:

$$F(x, t + \Delta t) = F(x, t) P_1, \quad (21)$$

де P_1 — імовірність невиходу вимірюваної величини за відрізок вимірювання $(0, x)$ до моменту $t + \Delta t$ за умови, що вона знаходиться всередині цього відрізка в момент t , який слідує з імовірністю $F(x, t)$, при цьому:

$$P_1 = 1 - P_2 P_3, \quad (22)$$

де: P_2 — імовірність знаходження вимірюваної величини всередині відрізка $(x - \Delta x, x)$ у момент часу t ;

P_3 — імовірність виходу вимірюваної величини за межі відрізка вимірювання $(0, x)$ за умови виконання події з імовірністю P_2 .

Оскільки $F(x, t)$ описує закон розподілу ВВ і відповідно до (20)

$$P_2 = \frac{\partial F(x, t)}{\partial x} \Delta x = V(t) \frac{\partial F(x, t)}{\partial x} \Delta t. \quad (23)$$

Підставляючи вирази (22) і (23) у формулу (21), отримаємо диференціальне рівняння у частинних похідних після граничного переходу $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\frac{\partial F(x, t)}{\partial t} = -P_3 V(t) \cdot F(x, t) \frac{\partial F(x, t)}{\partial x}, \quad (24)$$

для якого має місце початкова умова (20).

Вираз (24) описує характер зміни у часі точності визначення ВВ за рахунок деформації закону розподілу $F(x, t)$. Для визначення величини зміни і динамічних втрат інформації необхідно розв'язати диференціальне рівняння (24) враховуючи (20).

Відповідні диференціальні рівняння характеристик мають вигляд:

$$\frac{dF(x, t)}{dt} = 0; \quad \frac{dx}{dt} = F(x, t) \cdot P_3 V(t). \quad (25)$$

Поверхня, яку описують ці характеристики у разі гладкої функції $F(x, t)$ (ця умова вважається виконаною для розподілів імовірностей, що розглядаються на практиці), визначає розв'язання задачі Коші для рівняння (24) з урахуванням (20).

Перші інтеграли звичайних диференціальних рівнянь відповідно дорівнюють:

$$F(x, t) = C_1; \quad x - P_3 \int_0^t F(x, t) V(x) dx = C_2.$$

Загальне рішення рівняння (25) має вигляд:

$$F(x, t) = U(x - P_3 \int_0^t F(x, t) V(x) dx). \quad (26)$$

У рівнянні (26) рішення виражається неявно через довільну функцію U . Визначимо цю функцію з урахуванням (20). Підставляючи у вираз (26) $t = 0$ і

$$F(x, 0) = \int_0^x \varphi(y, t) dy, \text{ отримаємо } F(x, 0) = U(x, 0), \text{ звідки випливає:}$$

$$U(x - P_3 \int_0^t F(x, t) V(x) dx) = F(x - F(x, t) P_3 \int_0^t V(x) dx).$$

Враховуючи це, отримаємо рішення рівняння (24) з початковою умовою (20) у неявному вигляді

$$F(x, t) = F \left[x - F(x, t) P_3 \int_0^t V(z) dz \right]. \quad (27)$$

У багатьох практичних випадках доцільно вимірювати не точність визначення ВВ (що характеризується законом розподілу ймовірностей $F(x, t)$) або кількість інформації, отримуваної при вимірюванні значення ВВ, а динамічні втрати інформації ΔH (приріст ентропії значення ВВ), що відбуваються за час $t = \tau$. Величина $\Delta H(t)$ визначається за відомою формулою теорії інформації:

$$\Delta H(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} [\varphi(x, t) \log_2 \varphi(x, t) - \varphi(x, 0) \log_2 \varphi(x, 0)] dx. \quad (28)$$

Для обчислень необхідно отримати вирази в явному вигляді для $\varphi(x, 0)$,

$\varphi(x, t) = \frac{d}{dx} F(x, t)$. Розглянемо конкретні випадки відомих розподілів $\varphi(x, 0)$,

що мають практичне значення.

1. Рівномірний закон розподілу в момент вимірювання $t = 0$ відповідає ситуації, коли відомо, що ВВ знаходиться в межах $(0, B)$, але конкретно про значення величини в цьому інтервалі нічого не відомо, тоді $F(x, 0) = \frac{x}{B}$. Внаслідок повної невизначеності та симетричності розподілу $P_3 = 0,5$. Підставляючи ці значення у вираз (27) і розв'язуючи його відносно $F(x, t)$, отримуємо:

$$F(x, t) = \frac{x}{B + 0,5 \int_0^t V(z) dz}$$

При $V(t) = V = \text{const}$

$$F(x, t) = \frac{2x}{2B + Vt}; \quad (29)$$

$$\Delta H(t) = \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \frac{2}{2B + Vt} \log_2 \frac{2B + Vt}{2} dx - \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} \frac{\log_2 B}{B} dx. \quad (30)$$

Межі інтегрування в першому інтегралі виразу визначимо з умови нормування:

$$\frac{2a}{2B + Vt} = 1,$$

звідки

$$a = \frac{2B + Vt}{2}.$$

Знаходячи інтеграли (30), отримаємо:

$$\Delta H(t) = \log_2 \left(1 + \frac{Vt}{2B} \right). \quad (31)$$

Величина $\Delta H(t)$ характеризує зменшення точності визначення ВВ і збільшення невизначеності за час t .

2. Квадратичний закон розподілу ВВ в момент вимірювання $t = 0$ має місце при визначенні координат точки на площині $F(x, 0) = ax^2$. Радіус визначення значення ВВ покладемо рівним R , тоді $F(x, 0) = \frac{x^2}{R^2}$.

Для визначення P_3 враховується, що розглядуваний розподіл має місце при розподілі ВВ на площині. Унаочнимо цю ситуацію. Побудуємо (рис. 2.) два концентричні кола з радіусами $x - \Delta x$ та x і штрихпунктиром проведемо кола радіусом $x - \Delta x + y$.

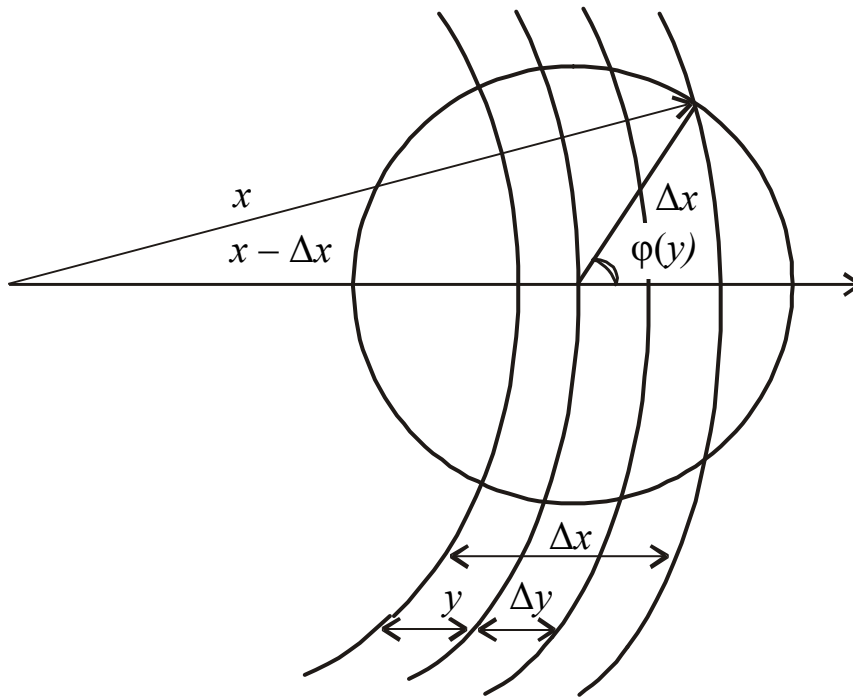


Рис. 2. Інтерпретація положення ВВ на площині.

Якщо з імовірністю P_2 ВВ знаходиться в кільці з радіусами $(x - \Delta x + y)$ та $(x - \Delta x + y + \Delta y)$ у момент часу t , то ймовірність P_3 виходу ВВ за межі кола радіусом x до моменту часу $t + \Delta t$ визначиться формулою повної ймовірності:

$$P_3 = \int_0^{\Delta x} P_2(y) \frac{2\varphi(y)}{\pi} dy,$$

де $\varphi(y)$ показаний на рис. 2 і утворений перетином кола радіусом x та кола радіусом Δx , центр якого знаходиться на колі радіусом $x - \Delta x + y$. Для визначення $P_2(y)$ розглянемо приріст Δy величини y , тоді $P_2(y)$ дорівнюватиме відношенню площ кільць з радіусами $(x - \Delta x + y + \Delta y)$ та $(x - \Delta x + y)$ і кільця з радіусами x та $(x - \Delta x)$:

$$P_2(y) = \frac{(x - \Delta x + y)\Delta y + o(\Delta y)}{x\Delta x + o(\Delta x)}.$$

Із трикутника зі сторонами x , Δx , $x - \Delta x + y$ знаходимо:

$$\varphi(y) = \pi - \arccos \frac{(x - \Delta x - y)^2 + x^2 - (\Delta x)^2}{2(x - \Delta x + y)x},$$

звідки

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\Delta x} \frac{2(x - \Delta x + y)}{x\Delta x + 0(\Delta x)} \left[\pi - \arccos \frac{(x + \Delta x - y)^2 + x^2 - (\Delta x)^2}{2(x + \Delta x - y)x} \right] dy = \\ &= \frac{2}{\pi(x\Delta x + 0(\Delta x))} \int_0^{\Delta x} (x - \Delta x + y) \left[\pi - \arccos \frac{(x - \Delta x + y)^2 + x^2 - (\Delta x)^2}{2(x - \Delta x + y)x} \right] dy. \end{aligned}$$

У формулі для P_3 виділимо фрагмент підінтегрального виразу:

$$b = -\frac{(\Delta x)^2}{2(x - \Delta x + y)x}; \quad B = \frac{(x + \Delta x - y)^2 + x^2}{2(x + \Delta x - y)x};$$

тоді формула визначення P_3 матиме вигляд:

$$P_3 = \frac{2}{\pi[x\Delta x + 0(\Delta x)]} \int_0^{\Delta x} (x - \Delta x + y) [\pi - \arccos(B + b)] dy.$$

Нехай $\arccos(B + b) = \alpha$: $\arccos B = \alpha + \beta$, тоді $\cos \alpha = (B + b)$, $\cos(\alpha + \beta) = B$.

Розглядаючи значення B і b , помічаємо, що

$$b = \frac{x + \Delta x - y}{2x} + \frac{x}{2(x + \Delta x - y)},$$

оскільки $\Delta x \ll x$ та $y \ll x$, то $b \rightarrow 1$, $B = 0(\Delta)$; отже, $\beta = \arccos B - \arccos(B + b)$ — дуга малої величини.

З визначення α безпосередньо знаходимо $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$, оскільки β — дуга малої величини, то $\sin \beta = \beta + 0(\beta)$, а $\cos \beta = 1 - 0(\beta)$.

Оскільки $\cos(\alpha + \beta) = B$, то:

$$B = B + b - \beta \sin \alpha + 0(\beta),$$

звідки

$$b = \beta \sin \alpha + 0(\beta).$$

Вище показано, що $b \rightarrow 1$, $B \rightarrow 0$, отже, $\alpha = \arccos (B + b) = \arccos B - \beta$, але β — дуга малої величини порядку $0(\Delta x)$, тому $\arccos (B + b) = \arccos B + 0(\Delta x)$.

Використовуючи ці підстановки і знаходячи інтеграли, отримаємо:

$$P_3 = \frac{1}{\pi} + 0(\Delta x). \quad (32)$$

Враховуючи (27), $F(x, 0) = \frac{x^2}{R_2}$ та (32), отримаємо квадратне рівняння:

$$\left[\frac{F(x, t)}{\pi R} \int_0^t V(z) dz \right]^2 - \left[1 + \frac{2x}{\pi R^2} \int_0^t V(z) dz \right] F(x, t) + \frac{x^2}{R^2} = 0.$$

Розв'язавши це рівняння відносно $F(x, t)$ і отримаємо:

$$F_{1,2}(x, t) = \frac{1 + \frac{2x}{\pi R^2} \int_0^t V(z) dz \pm \sqrt{1 + \frac{4x}{\pi R^2} \int_0^t V(z) dz}}{\frac{2}{\pi^2 R^2} \left[\int_0^t V(z) dz \right]^2}.$$

Рішення з додатним радикалом не має сенсу, оскільки приводить до значень $F(x, t) > 1$. Тому приймається:

$$F(x, t) = \frac{1 + \frac{2x}{\pi R^2} \int_0^t V(z) dz - \sqrt{1 + \frac{4x}{\pi^2 R^2} \int_0^t V(z) dz}}{\frac{2}{\pi^2 R^2} \left[\int_0^t V(z) dz \right]^2} \quad (33)$$

При $V = \text{const}$ вираз (33) набуде вигляду:

$$F(x, t) = \frac{1 + \frac{2xVt}{\pi R^2} - \sqrt{1 + \frac{4xVt}{\pi R^2}}}{\frac{2V^2 t^2}{\pi^2 R^2}} = \frac{\pi^2 R^2 + 2\pi xVt - \sqrt{\pi^4 R^4 + 4xVt\pi^3 R^2}}{2V^2 t^2}. \quad (34)$$

$$\Delta H(t) = \int_0^{\varphi_1(t)} \pi \left[\frac{\pi R}{\left(1 - \sqrt{\pi^2 R^2 + 4xvt\pi}\right)Vt} \right] \log_2 \pi \left[\frac{\pi R}{\left(1 - \sqrt{\pi^2 R^2 + 4xvt\pi}\right)Vt} \right] dx + \\ + \int_0^R \frac{2x}{R^2} \log_2 \frac{2x}{R^2} dx. \quad (35)$$

Знаходимо $\varphi_1(t)$ за умови нормування

$$2v^2 t^2 = \pi^2 R^2 + 2\pi v t x - \sqrt{\pi^4 R^4 + 4xvt\pi^3 R^3}.$$

Рішення останнього рівняння має вигляд:

$$x_{1,2} = \frac{1}{\pi} Vt \pm R.$$

Оскільки рішення з $(-R)$ не має сенсу, то:

$$\varphi_1(t) = R + \frac{vt}{\pi}.$$

Знаходячи інтеграл (3.35) і підставляючи межі, визначаємо:

$$\Delta H(t) = \left(\frac{\pi^2 R^2}{4V^2 t^2} - 1 \right) \log_2 \frac{\pi R}{\pi R + 2Vt} - \frac{\log_2 e}{2} \left(1 - \frac{\pi R}{Vt} \right). \quad (36)$$

Динамічні втрати інформації визначені як збільшення ентропії значення ВВ на величину $\Delta H(t)$:

Отримані результати можуть бути використані для розв'язування різних прикладних задач. Розглянемо деякі з них:

1. Визначити закон розподілу ймовірностей ВВ у момент часу $t = \tau$, якщо відомий закон її розподілу при $t = 0$. Задача розв'язується за допомогою формул (29) і (31) підстановкою в них початкових значень розподілу при $t = 0$.

Нехай відомий закон розподілу ВВ у момент часу $t = 0$: $F(x, 0) = \frac{x}{a_1}$;

задано також значення часу запізнення τ . Потрібно знайти таке a_1 , щоб забезпечити при $t = \tau$ нульове значення динамічної втрати інформації.

Для виконання цієї умови необхідно прирівняти

$$H(a_2, t = 0) = H(a_1, t = \tau);$$

$$H(a_2, t = 0) = \int_{-\frac{a_2}{2}}^{+\frac{a_2}{2}} \frac{dx}{a^2} \log_2 a_2 = \log_2 a_2 ;$$

$$H(a_1, t = \tau) = H(a_1, t = 0) + \Delta H(\tau) = \log_2 a_1 + \log_2 \left(1 + \frac{V\tau}{2a_1} \right).$$

Прирівнюємо ці значення:

$$\log_2 a_2 = \log_2 a_1 + \log_2 \left(1 + \frac{V\tau}{2a_1} \right);$$

$$\log_2 \frac{a_2}{a_1} = \log_2 \left(1 + \frac{V\tau}{2a_1} \right);$$

$$\frac{a_2}{a_1} = 1 + \frac{V\tau}{2a_1}; \quad a_2 = a_1 + \frac{V\tau}{2},$$

звідки $a_1 = a_2 - \frac{V\tau}{2}$.

Якщо $V\tau = a_2$, то це означає, що при запізненні τ , щоб компенсувати динамічну втрату інформації, необхідно подвоїти точність вимірювання, оскільки:

$$a_1 = a_2 - \frac{a_2}{2}; \text{ звідки } a_1 = \frac{a_2}{2}.$$

2. Обґрунтування дискретності роботи системи моніторингу можна виконати, виходячи з таких передумов: відомо закон визначення ВВ у момент $t = 0$ і задано точність визначення значень ВВ при $t = \tau$.

Нехай має місце закон розподілу ймовірності значень ВВ $F = \frac{2x}{2B + Vt}$,

причому при $t = 0$ $B = a_1$; при $t = \tau$ $B = a_2$.

Тоді $2a_1 + V\tau = 2a_2$, звідки

$$\tau = \frac{2a_2 - 2a_1}{V} = \frac{2}{V}(a_2 - a_1).$$

Наведені результати дають змогу знайти час дискретності τ при заданій точності ВВ на виході СМ.

Лекція 5. Економічний ризик в системах моніторингу.

- 1. Сутність, причини і види економічного ризику об'єктів моніторингу.**
- 2. Оцінювання ризику в системах моніторингу.**

1. Сутність, причини і види економічного ризику об'єктів моніторингу.

Для будь-якого економічного об'єкта об'єктивно існують показники ризику, несприятливих проявів функціонування. Ці показники обов'язково повинні бути включені до складу ВВ об'єктів спостереження для попередження наслідків ризику. Крім того представляється цікавим розглянути вплив на ступінь ризику функціонування економічного об'єкта власне роботи СМ. Тому, при оцінюванні економічного ризику слід розглядати оцінку ризику функціонування об'єкта моніторингу та оцінку ступеня ризику, зумовленого фактом функціонування власно системи моніторингу. Саме в цій послідовності й розглянемо проблему ризику комплексу «системи моніторингу — об'єкт моніторингу».

Ризик — це можливість небезпеки, невдачі. У цьому визначенні суттєве навантаження несе слово «можливість». Воно означає, що невдача може бути, а може й не бути. Важливим показником ефективності роботи підприємства, банку чи іншої структури є прибуток, при цьому підприємство прагне отримувати якомога більший прибуток. Ризик є вартісним вираженням імовірнісної події, що веде до втрат. Ризик тим вищий, чим вища можливість отримання прибутку. Він утворюється внаслідок відхилень дійсних даних від оцінки цих даних на основі їхнього дійсного стану і прогнозів. Ці відхилення можуть бути позитивними і негативними. Позитивні відхилення визначають можливість збільшення прибутку, негативні — можливість втрат, тобто ризик. Отже, можливість отримувати прибуток нерозривно пов'язана з можливістю понести втрати, але ймовірності понести втрати можуть бути передбачені та оцінені заздалегідь і підстраховані. У такому випадку йдеться про управління ризиками. Інакше кажучи, ризик визначає можливість втрат, причому ця можливість характеризується ступенем нашої інформованості про настання

несприятливих подій або про значення змінних, що визначають втрати. Чим вища ефективність, тим ефективнішими можуть бути заходи щодо компенсації втрат. Таким чином, ступінь можливих втрат, зумовлених ризиком, пов'язана з відсутністю або недостатністю інформації про можливі події або величини, що визначають втрати. Це говорить про те, що в основі управління ризиками лежить отримання інформації. Але система моніторингу саме й призначена для отримання такої інформації. Отже, створення СМ само по собі є чинником управління ризиками, і якість роботи системи є визначальною для компенсації ризику. Тому при створенні СМ важливо оцінити показники її роботи (точність, дискретність, запізнювання, глибина обробки моніторингової інформації) з погляду якості управління ризиками.

За умов централізованої економіки всі господарські суб'єкти діяли цілком відповідно до інструкцій і вказівок і у передбачуванні ризику не було потреби. Введення ринкових умов змінило ситуацію і врахування ризику стало таким же необхідним, як і управління ризиками. Провідна роль у вирішенні цієї проблеми повинна належати банківській системі. Це визначається зростанням ролі банків, які не тільки формують ринки позичкових капіталів, цінних паперів, валютний ринок, беруть участь у створенні та функціонуванні товарних бірж і нових господарських структур, але й, по суті, є єдиним власником необхідної інформації про фінансовий стан підприємств та організацій, економічний стан регіону і країни.

Визначальними величинами ризику є оцінка можливості втрат і їх розмір. Можливість втрат може вимірюватися ймовірністю втрат. Отже, ризик являє собою ймовірнісну категорію, алгоритм обчислення ймовірності ризику забезпечується наявною інформацією, що визначає закон описування цієї ймовірності.

Кількісний розмір втрат може виражатися в абсолютних і відносних показниках. В абсолютному вираженні ризик являє собою розмір можливих втрат при здійсненні певної операції. Якщо ж віднести розмір імовірних втрат до якогось показника, наприклад до розміру прибутків або витрат, то

визначиться величина ризику у відносному вираженні.

Головною задачею управління ризиком (risk management) є розробка основних підходів до оцінювання ризику, визначення його припустимого рівня, розробка стратегії ризику.

Розробка стратегії ризику визначає послідовність етапів, серед яких виділяють такі:

- визначення чинників, що посилюють позитивні та негативні чинники ризику, при виконанні конкретних дій, проектів, контрактів;
- оцінювання конкретного виду ризику;
- встановлення оптимального рівня ризику;
- аналіз окремих операцій на відповідність прийнятному рівню ризику;
- розробка заходів щодо зниження рівня ризику.

Звичайно, неможливо визначити всі чинники ризику конкретних дій, тому використовуються для врахування або встановлення послідовності стандартних наборів чинників, що періодично переглядаються, або ті їх сукупності, які вдається оцінювати і враховувати. Так, у банківській практиці беруться до уваги можливість некредитоспроможності клієнтів, різке погіршення фінансового стану їхнього бізнесу і т. п. Аналіз встановлених чинників ведеться або експертними методами, або порівнянням із нормативними показниками. Аналіз комплексу групи чинників дасть змогу оцінити певний вид ризику.

Встановлення оптимального рівня ризику — досить складний етап, який потребує знання конкретних особливостей об'єкта ризику. Так, для банківської діяльності успіх операції визначається слідуючими параметрами: прибутком здійснення конкретної операції (Π); обсягом операції (U); рівнем ризику, що приймає на себе банк (δ); дисконтом за кредит (Δ); рівнем абсолютного ризику (R); плата за операцію (ΔU); прибутковість операції (γ).

Якщо банк розраховує дістати прибуток Π , що визначається за формулою

$$\Pi = \gamma \cdot U,$$

а рівень ризику (R) визначається за формулою:

$$R = \delta \cdot U,$$

то оптимальний рівень ризику δ_{opt} визначатиметься із співвідношень:

$$\Pi = R + \Delta + \Delta U; R = \delta U;$$

$$\delta_{\text{opt}} = \frac{\Pi - \Delta U - \Delta}{U}.$$

Окремі операції мають перевірятися на відповідність оптимальному (припустимому) рівню ризику.

До заходів щодо зниження рівня ризику (для банківської діяльності) належать: оцінювання кредитоспроможності; обмеження розміру кредитів, що видаються одному позичальнику; страхування кредитів; залучення достатнього забезпечення; видача дисконтних позичок.

При визначенні чинників ризику, можливого впливу їх на рівень і величини можливих втрат слід дослідити причини виникнення ризику. Основними причинами ризику є притаманні економіці категорії невизначеності й конфліктності. Конкретизація і деталізація причин виникнення ризику може бути досягнута при моделюванні та оцінюванні функціонування конкретної системи в її реальному оточенні. Проте, можна сформулювати деякі причини загального характеру, зумовлені етапом економічного розвитку і принципами діяльності суб'єктів ринку. Серед них основними є такі:

1. Нові форми орієнтації, пов'язані з науково-технічним прогресом, що радикально змінюють навколишню предметну область. Виникає серйозна потреба використання новацій, сміливих, ризикованих і нестандартних рішень. Робляться спроби пошуку нових, недостатньо опробованих шляхів і методів розв'язання задач, що постають. Все це створює ситуації, суттєвою рисою яких є ризиковані дії і наміри. Від менеджерів вимагається ведення діяльності творчого характеру, заснованого на оригінальності, унікальності суджень і намірів, що можуть йти супроти існуючих засобів регулювання взаємовідносин.

2. Орієнтація на ринкову економіку і принципи, притаманні ринку, вносять чинники непевності, несподіванки і конфліктності. Це посилює ризикованість розпочатих дій та їхніх наслідків. Жорсткість і конкуренція

незмінно присутні на ринку і панують на ньому. За цих умов ризик банкрутства цілком реальний і має бути передбачений.

3. Підприємницькій діяльності ризик притаманний, оскільки він супроводжує будь-яку дію, яка може принести успіх. Використання новацій, нових, не завжди достатньо опробованих методів супроводжується підвищеним ризиком. Сміливі, неординарні рішення також не обходяться без ризику. Сміливість у вчинках і рішеннях менеджера потребує обачності, розважливості; вміння і здатність ризикувати — невід’ємна риса таланитого менеджера, процвітаючого в конкурентній боротьбі.

4. Науково-технічний прогрес дав життя надпотужним технологіям та устаткуванню; багато операцій зосереджують і використовують величезні капітали; наслідки дій таких операцій і технологій можуть бути непередбаченими. За цих умов набирає значення проблема глобального ризику. Саме глобальні за розмірами, ресурсами і наслідками дії приносять величезні прибутки, але вони можуть супроводжуватися й величезними збитками, крахом. Причому вже запущена операція може вийти з-під контролю, якщо всі ризиковані дії не були передбачені і продемпфовані.

У концентрованому вигляді причини економічного ризику наведено на рис. 1.

Ситуації виникнення ризику в основному зумовлюються видом і сферою діяльності, у якій ризик виникає. Методи управління ризиком можуть бути специфічними, вони визначаються класом ризику і його характеристиками. В такому розумінні класифікація ризиків не тільки бажана, але й необхідна, оскільки її врахування лежить в основі проектування системи управління ризиками.

У дослідженнях перевага завжди віддається чисто ієрархічній класифікації. Вона наочна, легко інтерпретується і використовується. Однак отримати таку класифікацію не завжди вдається, тому на практиці часто застосовують водночас декілька часткових класифікацій за різноманітними ознаками.

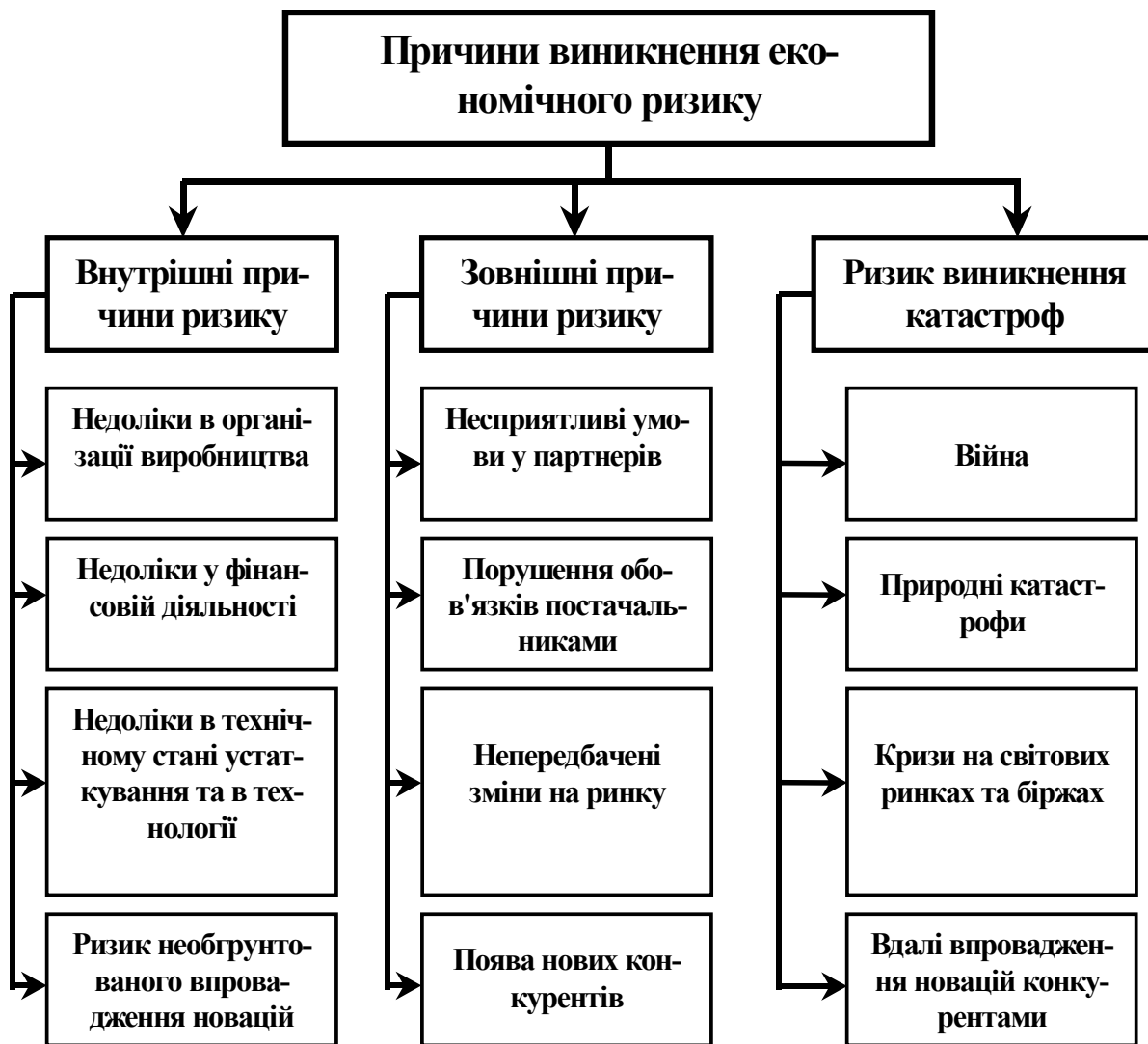


Рис. 1. Причини виникнення економічного ризику.

Так, для класифікації ризиків використовуються часткові класифікації, що не залежать від виду і сфери діяльності: за масштабами і розмірами ризику; за аспектами виникнення; за ступенем ризиконасиченості; за типом ризику; за часом прийняття ризикованих рішень; за числом осіб, що беруть участь у ризикованих операціях; за невизначеністю моменту виникнення; за регулярністю виникнення.

За видом діяльності та сферою, в якій здійснюється діяльність, удається побудувати ієрархічну класифікацію ризиків. Верхній рівень такої класифікації економічних ризиків наведено на рис.2.



Рис. 2. Класифікація економічних ризиків.

Деталізація класів першого рівня проводиться на нижніх рівнях.

Підприємницький ризик — це ризик, що виникає в результаті діяльності, пов’язаної з виробництвом продукції, товарів і послуг, а також із реалізацією їх, товарно-грошовими і фінансовими операціями, комерцією, виконанням соціально-економічних і науково-технічних проектів.

Ризик визначається загрозою збитків через додаткові витрати, не передбачені у прогнозах, проектах, планах і програмах або можливістю одержати менші за очікувані прибутки. Причини можливих збитків визначаються невизначеністю.

До підприємницького ризику відносять: виробничий ризик; фінансовий (кредитний) ризик; інвестиційний ризик; ринковий ризик; портфельний ризик.

Ризик при роботі з цінними паперами визначається ймовірними втратами, пов’язаними з несприятливими змінами вартості та ліквідності цінних паперів. Цей клас ризику складають: ризик падіння загальноринкових цін; ризик інфляції; галузевий ризик; фінансовий ризик; ризик ліквідності.

Фінансовий ризик — це комерційний ризик. Система фінансових ризиків включає: кредитний ризик; процентний ризик; валютний ризик; ризик втрати прибутку.

Банківський ризик виникає при здійсненні власних операцій банку, а також у зв’язку із можливістю збитків у клієнтів банку, що має негативний

вплив на банк.

Класифікація банківських ризиків включає: кредитний ризик; процентний ризик; валютний ризик; ринковий ризик; ризик ліквідності; ризик фінансування; акціонерний ризик; товарний ризик; ризик гарантування випуску цінних паперів; політичний ризик; економічний ризик; демографічний ризик; ризик втрати репутації; зовнішні та внутрішні ризики; ризик, пов'язаний із складом клієнтів банку; ризик, пов'язаний із сферою виникнення; ризик, пов'язаний із типом банку.

Валютний ризик — це загроза втрат, пов'язаних із зміною курсів іноземних валют під час укладання угод з купівлі—продажу їх. Основними видами валютного ризику є: операційний ризик; трансляційний ризик; економічний ризик; інвестиційний ризик.

Інвестиційний ризик — це загроза втрат при інвестуванні, спричинених невизначеністю, швидкими змінами в економічній ситуації в країні. На інвестиційному ринку розширюються пропозиції з інвестування приватизованих об'єктів, з'являються нові емітенти і фінансові інструментарії.

Видами інвестиційних ризиків є: за сферою прояву: економічний ризик; політичний ризик; соціальний ризик; екологічний ризик; інші види ризику (рекет, крадіжка, інформаційні диверсії); за формою інвестування: ризик фінансового інвестування; ризик реального інвестування; за джерелом виникнення: систематичний (ринковий) ризик; несистематичний (специфічний) ризик.

Для кожної конкретної ситуації виникнення ризику, притаманного конкретному класу, вибирається конкретний засіб управління ризиком: використання всіх можливих засобів уникнути або знизити ступінь ризику, пов'язаного зі значними збитками; контроль ступеня ризику, коли неможливо уникнути його цілком, оптимізація ступеня ризику, максимально можливе зниження обсягів і ймовірності можливих збитків; прийняття наперед або навіть збільшення ступеня ризику в тих випадках, коли це має сенс.

Обираючи певний спосіб управління економічним ризиком менеджер

повинен керуватися такими основними принципами: недоцільно ризикувати більшим заради меншого; недоцільно ризикувати більше, ніж це дозволяють власні кошти (капітал); необхідно заздалегідь передбачити можливі наслідки ризику.

Запропоновано такі основні способи зниження ступеня ризику: уникнення ризику (ризикованої операції); запобігання ризику — вживання заходів запобігання негативним наслідкам ризику; прийняття ризику, в тому числі його страхування; розподіл ризику між співучасниками операції; зовнішнє страхування ризику; лімітування коштів, у тому числі грошових, вкладених в операцію; диверсифікація вкладених коштів між різними об'єктами вкладення; створення резервів (запасів) для запобігання можливим утратам; додатковий збір інформації щодо запропонованої операції.

Кожний із зазначених способів може бути використаний і окремо, і у сполученні з іншими.

2. Оцінювання ризику в системах моніторингу.

Для того, щоб оцінити ризик застосування СМ, потрібно насамперед відмежувати її опис від об'єкта моніторингу. Справа в тому, що СМ не функціонує самостійно, вона отримує інформацію про значення ВВ і видає цю інформацію в іншу систему, для функціонування якої її й побудовано. У ряді випадків вихідна інформація СМ використовується безпосередньо і може оцінюватися як кінцевий продукт моніторингу.

Тому для оцінювання ризику власно СМ необхідно чітко визначити виконувані нею функції і межі, що виділяють СМ з навколишнього середовища. Розв'язуючи цю задачу, будемо виходити з визначення СМ «Моніторинг — це спостереження, оцінка і прогноз навколишнього середовища у зв'язку з господарською діяльністю людини». Ми виключатимемо з поняття «спостереження» процес визначення характеристик ВВ, оскільки він досить складний, різноманітний, має специфічну реалізацію й ототожнює спостереження з отриманням інформації про характеристики ВВ по каналах зв'язку від навколишнього середовища, до складу якої включаємо й отримувача

(споживача) інформації від СМ. У цьому випадку процес функціонування СМ описується схемою, наведеною на рис. 3.

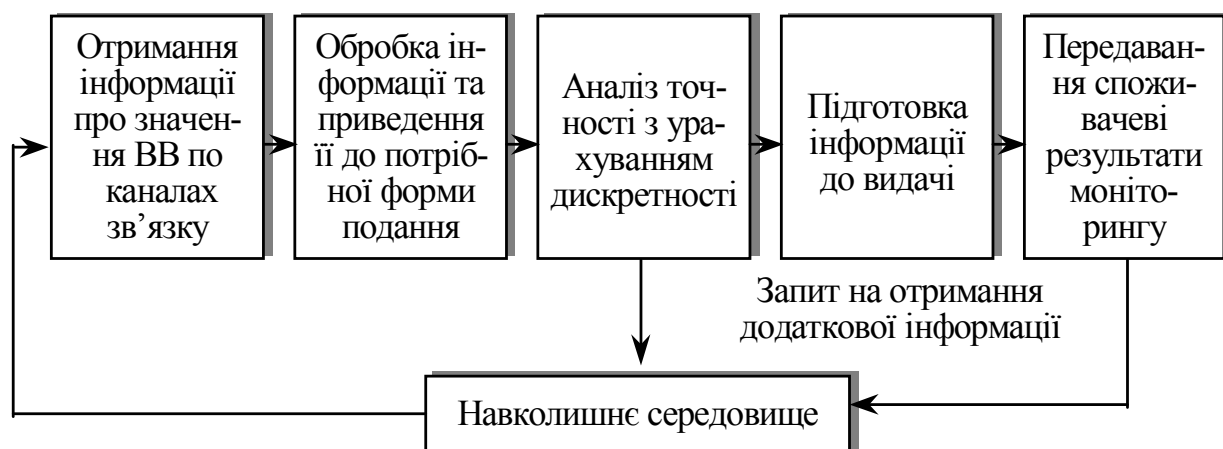


Рис. 3. Процес функціонування СМ.

Для вибору критерію оцінки ризику в СМ враховуємо, що СМ є інформаційною системою, функціонує в умовах можливих помилок вимірювання і перетворення, тому критерій мусить мати ймовірнісну природу. Оскільки критеріями оцінки якості роботи СМ є точність і дискретність видаваної інформації, а також форма її подання, природно визначати ризик у СМ ймовірністю забезпечення заданих СМ значень показників дискретності, точності, форми подання інформації і вимог до каналів зв'язку. Позначимо цю ймовірність через $P_{\text{см}}$.

Позначимо також імовірності забезпечення значень показників дискретності, точності, форми подання і вимоги до каналів зв'язку відповідно через P_{τ} , P_x , $P_{\text{фп}}$ і P_k ; тоді, виходячи із законів теорії ймовірностей:

$$P_{\text{см}} = P_{\tau} \cdot P_x \cdot P_{\text{фп}} \cdot P_k \quad (1)$$

Для встановлення значень цих показників розглянемо можливі причини виникнення ризику в СМ (рис. 4).

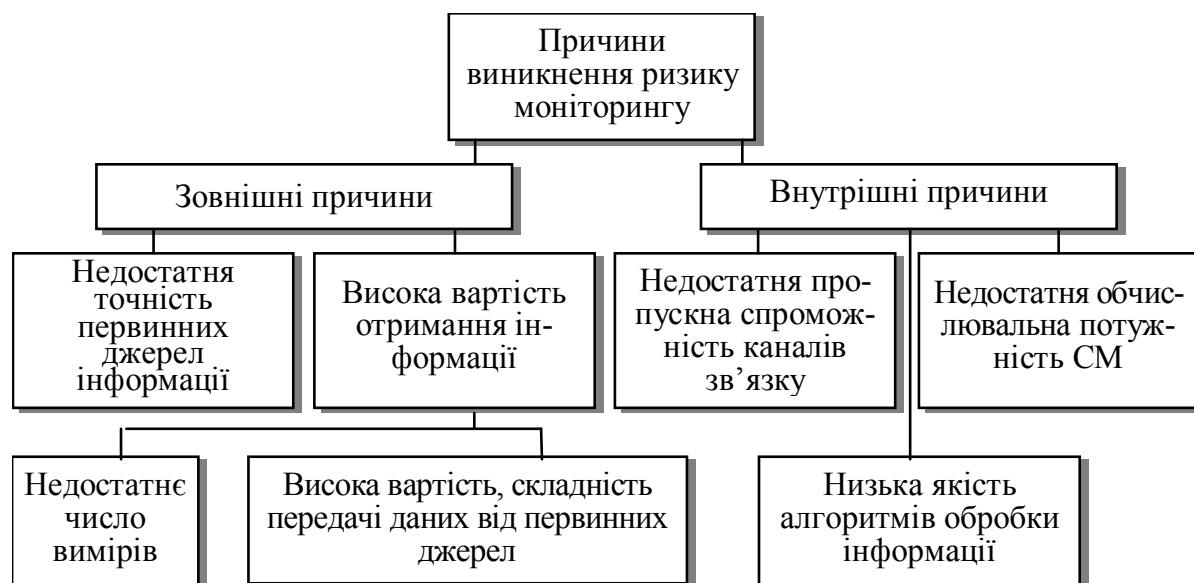


Рис. 4. Класифікація причин виникнення ризику СМ.

Висока вартість одержання первинної інформації обмежує їх число, що знижує точність СМ і підвищує дискретність видачі інформації. Це викликає неприпустиме запізнювання даних, яке визначає зниження точності. Невиконання вимог до джерел інформації інформації може призвести до порушення форми подання результатів моніторингу. Ця причина може бути усунута шляхом обробки інформації в СМ.

Зазначені на рис. 4 причини можуть призвести до таких видів ризиків, зумовлених функціонуванням СМ:

- низька точність (нижча за необхідну) результатів моніторингу;
- недостатня дискретність видачі інформації;
- велике запізнювання видачі даних;
- невідповідність форми видачі інформації;
- відсутність деяких характеристик (наприклад, прогнозів), що видаються СМ.

Ці види ризиків мають негативний вплив на величину критерію $P_{\text{см}}$, визначеного співвідношенням (1). Розглянемо можливості розрахунку складових формули (1) і критерію $P_{\text{см}}$ у цілому.

Величини являють собою ймовірності, які змінюються в межах $[0, 1]$, причому значення 1 відповідає відсутності ризику. Відповідно критерій $P_{\text{см}}$ також змінюється в тих самих межах.

Введення критерію $P_{\text{см}}$ до розгляду дає змогу оцінити рівень ризику, зумовленого функціонуванням СМ. Ризик функціонування об'єкта, що його обслуговує СМ, розглянуто у 4.1 і 4.2. Тому є сенс розглядати визначення ймовірностей P_{τ} , P_x , $P_{\text{фп}}$ і P_k , а також $P_{\text{см}}$ з позицій врахування ризику, зумовленого тільки фактом включення СМ у загальний контур управління. Розглянемо можливості визначення $P_{\text{см}}$ та його складових.

Визначення P_{τ} . Якщо значення τ визначено за методикою то $P_{\tau} = 1 - o(P)$, де $o(P)$ - величина малого порядку в порівнянні з P , якою можна зневажити.

Визначення P_x . Цей показник вимірюється точністю визначення значень ВВ вимірювальною системою, однак, як показано у 1, результуюча точність може бути збільшена засобами СМ за рахунок використання додаткового числа вимірів ВВ. Це веде до додаткових витрат на вимірювання і збільшення обчислювального навантаження на СМ. Робота СМ також впливає на зміну точності і може знизити її через збільшення часу затримки при проходженні інформації та обробки її в системі. Час обробки визначається продуктивністю обчислювальної системи та якістю алгоритмів обробки і може бути зменшений в широких межах.

Якщо задано $\sigma_{\text{зад}}$, припустиму величину середньоквадратичної помилки розподілу ймовірностей значень ВВ і забезпечується $\sigma \leq \sigma_{\text{зад}}$, то $P_x = 1 - o(P)$.

Визначення $P_{\text{фп}}$. Якщо вимірювальна система (ВС) видає інформацію у дискретній (аналоговій) формі і така ж вимога висувається до СМ, то безумовно $P_{\text{фп}} = 1 - o(P)$. Розглянемо випадок, коли ця вимога не виконується. При цьому можливі два випадки: ВВ видає аналогову форму, а потрібна дискретна, і навпаки. Якщо ВС видає інформацію в аналоговій формі і треба перейти до її дискретної форми можна скористатися квантуванням неперервних величин. Рівень квантування визначається з урахуванням того, що неперервна функція $f(x)$ однозначно визначається числом $2fm$ рівновіддалених

на осі абсцис ординат, де fm — верхня гранична частота спектра розкладу функції $f(x)$. Отже, число $2fm$ визначає достатню дискретність (τ) вимірювання неперервної величини $f(x)$ на відрізку $[0, X]$ до визначеної поза цим відрізком довільним способом. Отже:

$$\tau \leq \frac{X}{2fm}. \quad (2)$$

У протилежному випадку, коли ВС видає дискретну інформацію, а потрібна аналогова форма, застосовується алгоритм згладжування. Тому принципово завжди можна забезпечити $P_{\text{фп.}} = 1 - o(P)$.

Визначення P_k . При визначенні вимог до каналів передачі інформації між ВВ і СМ, між СМ і кінцевим споживачем йдеться про забезпечення пропускну здатності цих каналів і відсутності втрат інформації у них. У загальному випадку варто враховувати, що ВВ може бути багатовимірною і сама кількість ВВ може бути достатньо великою. Тому, визначаючи обсяги інформації на вході і виході C , слід розраховувати на передачу значень N величин. Вважаючи, що значення цих величин визначаються за нормальним законом розподілу із середньоквадратичними значеннями σ_i , слід вважати, що загальна кількість переданої інформації за одиницю часу (H) визначатиметься співвідношенням:

$$H = \sum_{i=1}^N \frac{1}{\tau_i(1 - R_i)} \ln(\sigma_i \sqrt{2\pi e}). \quad (3)$$

Якщо виконується нерівність $H \leq C$, де C — пропускна спроможність каналів, то можна вважати $P_k = 1 - o(P)$. Сучасні канали передачі інформації цілком забезпечують виконання цієї умови.

Підставляючи отримані значення складових у формулу (1), отримаємо

$$P_{\text{см}} = (1 - o(P))^4 = 1 - o(P),$$

що дозволяє зробити висновок, що принципово значення $P_{\text{см}}$ близько до одиниці і може відрізнятися від неї на розмір малого порядку. Тому принципово сам факт використання СМ не збільшує рівня ризику успішного функціонування економічного об'єкта.

Єдина причина, здатна порушити цю умову, — наявність помітної затримки часу на обробку інформації в СМ, що може вплинути на збільшення інтервалу дискретності τ і, отже, на величину помилки. Розглянемо цю обставину, враховуючи, що під обробкою інформації в СМ розуміють можливість використання, збільшення точності за допомогою збільшення числа використовуваних вимірів ВВ. Ці алгоритми не вирізняються особливою складністю. Параметри швидкодії сучасних ЕОМ (понад 10^6 операцій / с) дають змогу досить швидко реалізувати їх. Крім того, існує можливість підвищити швидкодію (зменшити час обчислення) за рахунок збільшення витрат пам'яті на запис алгоритму. Проілюструємо це на прикладі використання автоматних алгоритмів. У показано, що при роботі алгоритму в алфавіті U , що містить N букв, при опрацюванні вхідних слів абстрактний автомат повинен мати r станів, причому:

$$r = Nb, \quad (4)$$

де b — число вихідних слів на виході алгоритму (результату розв'язання задач).

Нехай на розв'язання задачі автомат витрачає час T і цей час перевищує припустимий у d разів.

Введемо до розгляду алфавіт V , букви якого є словами в алфавіті U . Всі параметри, відображувані з використанням алфавіту V , позначимо індексом « V ». Якщо слова в алфавіті U , що є буквами алфавіту V , мають довжину d букв, тоді:

$$n_V = n_U^d; \quad b_V = b_U.$$

Через те, що розподіл N за словами в алфавіті V невідомий, то можливі випадки:

$$\frac{N}{d} \leq N_V \leq N$$

Розглянемо два крайніх випадки:

$$r_V^1 = \frac{r}{d};$$

$$r_V^2 = r.$$

Обсяг пам'яті для запису автоматного алгоритму [58] дорівнює:

$$P = r(n \log_2 r + \log_2 m),$$

де m — число букв вихідного алфавіту.

Для цих випадків витрати пам'яті для запису алгоритму дорівнюють:

$$P_V^1 = \frac{r}{d} \left(n^d \log_2 \frac{r}{d} + \log_2 m \right);$$

$$P_V^2 = r(n^d \log_2 r + \log_2 m). \quad (5)$$

Завдяки тому, що довжина вхідного слова в алфавіті V зменшилася, зменшився час розв'язування T . За це зменшення, як впливає з формули (5), доводиться розраховуватися збільшенням обсягу пам'яті.

Проведений аналіз показує, що практично наявність СМ не збільшує ризик роботи загальної системи, яка включає в себе СМ, і ризик визначається обставинами, пов'язаними з ризиком функціонування об'єкта.

Лекція 6. Методи обробки інформації в системах моніторингу.

- 1. Методи прогнозування змін вимірюваних величин.**
- 2. Експертні методи прогнозування.**
- 3. Застосування експертних систем в задачах моніторингу.**

Методи прогнозування змін вимірюваних величин.

Функції обробки інформації, що можуть бути реалізовані в СМ, визначаються специфікою і задачами, виконуваними на об'єкті моніторингу, і можуть бути найрізноманітнішими. У деяких визначеннях моніторингу зазначається, що до його завдань входить прогнозування основних контрольованих величин і аналіз діяльності об'єкта моніторингу. Саме ці алгоритми можна вважати найбільше типовими для застосування СМ. Не менш важливим є питання про реалізацію алгоритмів обробки інформації. Аналіз діючих систем моніторингу, а також моніторингових задач дає змогу висунути припущення про те, що найбільш привабливим шляхом реалізації функції обробки інформації у складі СМ є використання експертної системи (ЕС).

Крім реалізації різних модельних досліджень і рішень розрахунково-аналітичних задач експертні системи мають можливість рішення задач із притягненням методів штучного інтелекту. Це задачі прийняття рішень, стратегічного менеджменту, у тому числі стратегічного планування, аналізу доцільності прийняття інвестиційних проектів і т.п. Якщо в СМ планується досить вагоме використання ЕС для рішення задач опрацювання інформації, то доцільно передбачити вбудування ЕС у схему роботи СМ. Схема вбудування показана на рис. 1.

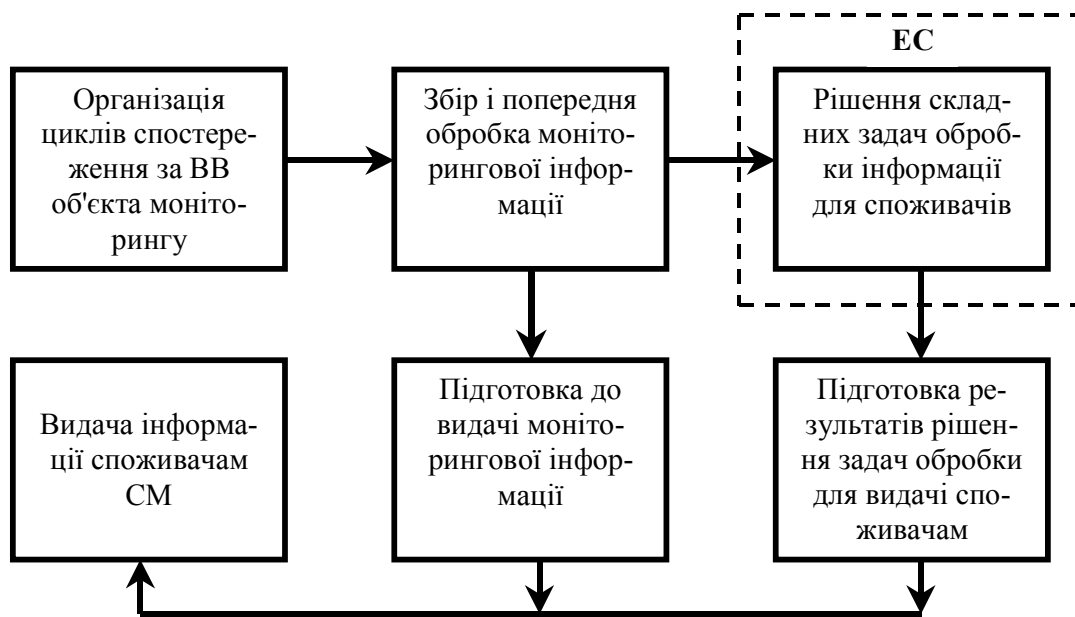


Рис.1. Схема вбудовування ЕС у СМ.

Відомо 150 методів прогнозування. Тому при виборі для практичного дослідження необхідно використовувати творчий підхід і фундаментальне знання специфіки застосування прогнозу. Серед перерахованих там методів своєю нетрадиційністю виділяється теорія катастроф. Катастрофами названі стрибкоподібні зміни, що виникають у виді раптової відповіді системи на повільну зміну зовнішніх умов. Для економічних систем катастрофи в такому розумінні цілком реальні, до них зокрема відносяться кризи ринків, банкрутства підприємств, але для свого застосування до економічних досліджень теорія катастроф повинна ще пройти стадію спеціальної адаптації математичного апарата теорії до моделей економіки.

Непевність і відсутність достатньої інформації щодо стану економічного об'єкта є основним чинником, що визначає виникнення економічного і ринкового ризиків. Але, якщо ретроспективну інформацію і дані про існуючий стан економічного об'єкта та його навколишнього середовища принципово можливо отримати шляхом використання добре розробленої СМ (хоча це може

потребувати досить великих витрат), то для отримання прогнозної інформації необхідні додаткові зусилля, щоб зробити розрахунок прогнозів.

В умовах ринкової економіки джерелом непередбачуваності є ринок. У низці праць показано, що підприємство, яке постачає товар на ринок, для отримання максимально великого прибутку має точно визначити планований попит, оскільки лише за цієї умови обсяг випуску продукції, її номенклатура і властивості будуть відповідно реалізовані. Але для збільшення і зменшення обсягу продукції потрібен час і ресурси, оскільки перебудова і навіть переналагодження системи виробництва не відбуваються миттєво. Ось чому до функцій СМ входить не тільки збирання, доставка та аналіз інформації, але й обробка її, у тому числі розрахунки прогнозів.

Для прогнозування параметрів, зокрема попиту, також потрібна інформація, що надходить від СМ. Ця інформація накопичується в ЕС СМ, зокрема у блоці збереження ретроспективної інформації. Крім того, у межах ЕС СМ можуть проводитися модельні дослідження, також використовувані при формуванні прогнозів.

Будь-яка функціонуюча система, у тому числі й ринок, є інерційною. Тому, знаючи ретроспективу і теперішню поведінку системи, можна її прогнозувати. Другим напрямом отримання прогнозів є створення моделей поведінки систем і відтворення їх функціонування. Обидва напрями отримання прогнозів складні й трудомісткі, але відмовитися від їх використання неможливо через загрозу шкідливих наслідків. Якщо другий напрям для свого використання потребує знання цілей та описів функціонування об'єкта, то перший заснований на використанні загальних статистичних описів і законів, а також наявності статистичних даних про ретроспективу і теперішнє функціонування систем. У деяких випадках прогноз може стосуватися параметрів самої СМ, особливо тих СМ, що мають у своєму складі БУСМ. БУСМ може змінювати деякі параметри (наприклад τ) відповідно до керуючих алгоритмів, при цьому може проглядатися тренд у зміні параметрів, який може бути визначений системою прогнозування, і використовуватися в алгоритмах

БУСМ. При обробці статистичних даних необхідно розв'язувати задачі математичної статистики: визначення закону розподілу випадкової величини (задача згладжування або вирівнювання); висування і перевірка правдоподібних гіпотез (задача вирівнювання статистичних рядів і визначення критеріїв згоди); знаходження невідомих параметрів розподілу та оцінок їх (оцінка довірчого інтервалу і довірчої ймовірності).

Для розв'язання перелічених задач, достатньо повно висвітлених в літературі, використовуються критерії згоди. Як критерій згоди найчастіше використовується критерій χ^2 Пірсона, визначений за формулою:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i},$$

де: k — число розрядів статистичного ряду; m_i — кількість результатів досліду, що попадають в i -й розряд; n — число спостережень; p_i — ймовірність попадання випадкової величини в i -й розряд відповідно до теоретичного розподілу ймовірностей.

Величини χ^2 знаходяться по таблицях, входами до яких є значення ймовірності згоди і число ступенів вільності r , визначене за формулою:

$$r = k - s,$$

де s — число названих умов, прикладами яких є:

$$\sum_{i=1}^k p_i^* = 1;$$

$$\sum_{i=1}^k x_i p_i^* = m_x;$$

$$\sum_{i=1}^k (\tilde{x} - m_x^*)^2 p_i^* = D_x,$$

де: p_i^* — частота i -го розряду;

x_i — представник i -го розряду;

m_x — статистичне середнє;

D_x — статистична дисперсія.

Простішу структуру має критерій згоди А. М. Колмогорова, де за міру розбіжності теоретичного і статистичного розподілів $F(x)$ і $F^*(x)$ розглядається максимальне значення модуля різниці:

$$D = \max |F^*(x) - F(x)|.$$

Ступінь згоди встановлюється за допомогою таблиці значень імовірності $P(\lambda)$, де $\lambda = \sqrt{n}D$.

Для визначення закону розподілу випадкової величини необхідно мати у своєму розпорядженні велику статистику, до декількох сотень значень. На практиці це не завжди можливо і доводиться обмежуватися використанням декількох десятків спостережень, що не дає можливості визначити цілком закон розподілу випадкової величини. Проте це не завжди і необхідно. Іноді закон розподілу обґрунтовується теоретично, іноді немає необхідності його знати, достатньо визначити статистичне середнє і статистичну дисперсію. Тоді визначають оцінку невідомим параметром. Якщо оцінка при збільшенні числа дослідів зводиться за ймовірністю до певного параметра, то вона є слушною.

Як оцінка математичного сподівання \bar{m} використовується середнє арифметичне:

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

де: x_i — спостереження випадкової величини в i -му досліді;

n — число спостережень (дослідів).

Незсунена (слухна оцінка) статистичної дисперсії \bar{D} визначається зі співвідношення:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{m})^2}{n - 1}.$$

Слушні оцінки параметрів є «точковими» і випадковими величинами, тому потрібно оцінити їхню точність і надійність. Для цього використовується довірчий інтервал (ε) і довірна ймовірність (β). Оцінка параметра a визначається співвідношенням:

$$P(|a - \bar{a}| < \varepsilon) = \beta.$$

Величина β задається (звичайно в межах $\beta = 0,7 - 0,98$), а значення ε визначається наближено у припущенні нормального розподілу оцінюваного параметра

$$\varepsilon = \bar{\sigma} \arg \Phi^* \left(\frac{1 + \beta}{2} \right),$$

де $\arg \Phi^*(x)$ — функція, обернена до нормальної функції розподілу $\Phi^*(x)$ — визначається по таблицях.

Динаміка функціонування об'єкта управління та його взаємодія із зовнішнім середовищем визначають два основні зворотні зв'язки. Перший задає тенденції та основні закономірності об'єкта управління, другий вплив збурних дій зовнішнього середовища, у тому числі системи управління вищого рівня. При цьому можна виділити основні тенденції розвитку типових прогнозованих об'єктів:

- постійне скорочення «життєвого циклу об'єкта»;
- стабілізація періоду часу від моменту формування концепції, ідеї створення об'єкта до моменту її реалізації;
- зростання кількості можливих альтернатив побудови і функціонування об'єкта;
- збільшення витрат на створення і забезпечення функціонування прогнозованого об'єкта.

Ці тенденції свідчать про ускладнення розв'язання задачі прогнозування і скорочення часу, відведеного на її вирішення.

Методи прогнозування підрозділяються на фактографічні та експертні. Фактографічні методи (рис. 2) засновані на використанні джерела

фактографічної інформації шляхом побудови і використання моделей та усіляких формальних схем.

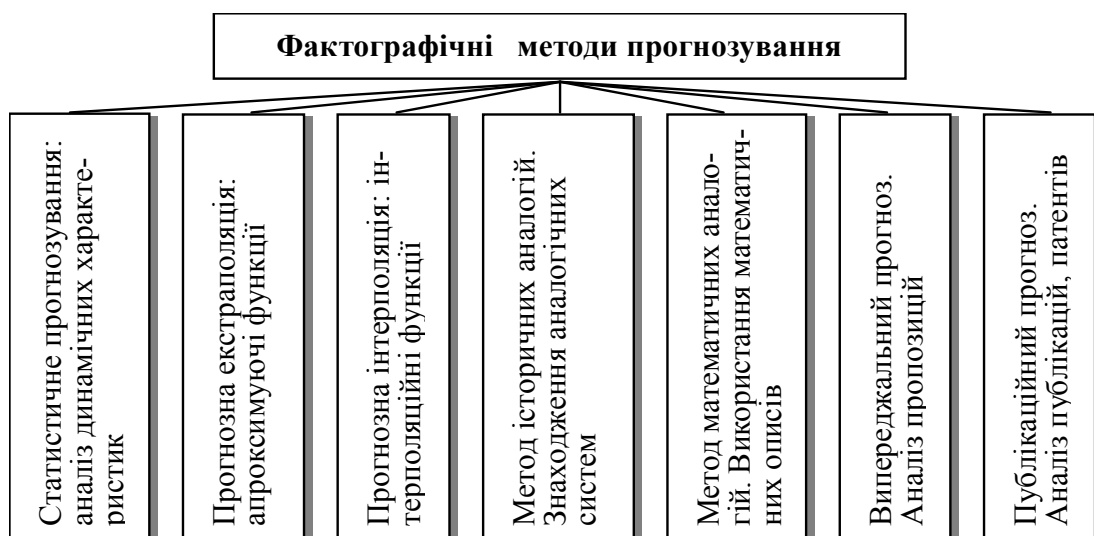


Рис 2 Класифікація фактографічних методів прогнозування.

Експертні методи (рис. 3) ґрунтуються на використанні експертної інформації - знань окремих або колективних експертів - висококваліфікованих спеціалістів у своїй галузі.



Рис 3 Класифікація експертних методів прогнозування.

Розглянемо послідовно методи прогнозування.

Статистичні методи засновані на використанні кореляції, регресії, автокореляції, авторегресії та факторного аналізу.

Регресійний алгоритм прогнозування.

Нехай є множина значень двох випадкових змінних $X\{x_i\}$ і $Y\{y_i\}$, є припущення про наявність між ними взаємного зв'язку лінійного характеру з випадковими відхиленнями. При цьому:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i;$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}; \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}},$$

де: \bar{x} і \bar{y} — середні арифметичні значення,

σ_x і σ_y — середньоквадратичні відхилення змінних;

n — число елементів множини значень.

Коефіцієнт кореляції r визначається за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n\sigma_x\sigma_y}. \quad (1)$$

Коефіцієнт кореляції визначає ступінь розсіювання точок y_i щодо лінії:

$$y - \bar{y} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x}),$$

яка зветься лінією регресії y по x .

Коефіцієнт кореляції задовольняє умові:

$$0 < |r| < 1,$$

при $r = 0$ кореляційний зв'язок між y та x відсутній, при $r = \pm 1$ між y та x існує функціональна залежність.

Коефіцієнт $r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$ називається коефіцієнтом лінійної регресії і визначає

кут нахилу лінії регресії до осі x .

Позначимо коефіцієнт лінійної регресії через b , тоді, підставляючи значення (1), отримаємо:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n\sigma_x\sigma_y} \frac{\sigma_y}{\sigma_x} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot (2)$$

Позначимо центроване значення змінних:

$$y_i - \bar{y} = \hat{y}_i; \quad x_i - \bar{x} = \hat{x}_i. \quad (3)$$

Відхилення фактичних значень x_i та y_i від лінії регресії можна визначити за формулою:

$$e_i = \hat{y}_i - b\hat{x}_i; \quad (4)$$

використовуючи (5.2) і (5.4), можна записати:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n e_i^2 &= \sum_{i=1}^n \left(\hat{y}_i \right)^2 - 2b \sum_{i=1}^n \hat{y}_i \hat{x}_i + b^2 \sum_{i=1}^n \left(\hat{x}_i \right)^2 = \\ &= \sum_{i=1}^n \left(\hat{y}_i \right)^2 - 2b \sum_{i=1}^n \hat{y}_i \hat{x}_i + b \frac{\sum_{i=1}^n \hat{y}_i \hat{x}_i}{\sum_{i=1}^n \left(\hat{x}_i \right)^2} \sum_{i=1}^n \left(\hat{x}_i \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left(\hat{y}_i \right)^2 - b \sum_{i=1}^n \hat{y}_i \hat{x}_i. \end{aligned}$$

Дисперсія відхилень випадкової величини від лінії регресії оцінюється величиною:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n-2}.$$

Якщо рівняння регресії має вигляд:

$$\hat{y} = a + b\hat{x},$$

то дисперсія значень залежної змінної \hat{y} визначатиметься дисперсіями параметрів a і b . Ці дисперсії визначаються виразами:

$$S_a = \frac{S^2}{n}; \quad S_b = \frac{S^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{x}_i)^2}.$$

Тоді дисперсія регресії залежної змінної в заданій точці $x = x_r$ визначиться з виразу:

$$S_y^2 = \frac{S^2}{n} + \frac{S^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{x}_i)^2} (\hat{x}_r)^2 = S^2 \left(\frac{1}{n} + \frac{(\hat{x}_r)^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{x}_i)^2} \right).$$

Для одержання сумарної дисперсії необхідно врахувати ще й випадкові відхилення точок щодо лінії регресії, при цьому сумарна дисперсія S_r^2 визначиться формулою:

$$S_r^2 = \frac{S^2}{n} + \frac{S^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{x}_i)^2} (\hat{x}_r)^2 + S^2 = S^2 \left[1 + \frac{1}{n} + \frac{(\hat{x}_r)^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{x}_i)^2} \right].$$

Тоді довірчий інтервал для прогнозу значень у заданій точці x_r визначиться величиною:

$$y_r = \hat{y} \pm t_\beta S_r,$$

де t_β — значення розподілу Ст'юдента при заданій довірчій ймовірності β і $n-2$ ступенях вільності.

Для знаходження значень a і b рівняння регресії використаємо згладжування експериментальних залежностей X і Y за методом найменших квадратів, при цьому:

$$a = \frac{K_{xy}}{D_x}; \quad b = \bar{y} - a\bar{x},$$

$$\text{де: } K_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}; \quad D_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}.$$

Підставляючи ці значення в рівняння регресії, одержимо:

$$y = \frac{K_{xy}}{D_x} x + \bar{y} - \frac{K_{xy}}{D_x} \bar{x}$$

або, переносючи \bar{y} до лівої частини рівняння:

$$y - \bar{y} = \frac{K_{xy}}{D_x} (x - \bar{x}). \quad (5)$$

Розглянемо застосування методу регресивного аналізу на прикладі побудови двомірної регресивної моделі процесу. Таким процесом може бути визначення ринкової ціни виробу (y) у залежності від витрат вартості (x_1), продуктивності праці (x_2). У цьому випадку задано сукупності значень:

$$y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\};$$

$$x_1 = \{x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}\};$$

$$x_2 = \{x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n}\}$$

і лінійна регресивна модель виду

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2.$$

Для визначення параметрів моделі a , b_1 і b_2 використовуємо метод найменших квадратів:

$$L = \sum_{i=1}^n (y_i - a - b_1 x_{1i} - b_2 x_{2i})^2 = \min. \quad (6)$$

Обчислимо частинні похідні L по всіх трьох параметрах і дорівнюємо їх до нуля:

$$\frac{\partial L}{\partial a} = 0; \quad \frac{\partial L}{\partial b_1} = 0; \quad \frac{\partial L}{\partial b_2} = 0.$$

Одержимо систему лінійних рівнянь:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i x_{1i} = a \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + b_2 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i x_{2i} = a \sum_{i=1}^n x_{2i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 \end{cases} \quad (9)$$

З рівняння (7) знаходимо:

$$a = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2. \quad (10)$$

Підставимо (10) у (8) і (9), отримаємо:

$$\sum_{i=1}^n \hat{y} x_{1i} = b_1 \sum_{i=1}^n \left(\hat{x}_{1i} \right)^2 + b_2 \sum_{i=1}^n \left(\hat{x}_{2i} \right)^2 \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n \hat{y} x_{2i} = b_1 \sum_{i=1}^n \hat{x}_{1i} \hat{x}_{2i} + b_2 \sum_{i=1}^n \left(\hat{x}_{2i} \right)^2 \quad (12)$$

Коефіцієнти регресії одержимо, розв'язавши систему рівнянь (11) і (12):

$$\begin{cases} b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{y}_i \hat{x}_{1i} - \sum_{i=1}^n \hat{y}_i \hat{x}_{2i}}{\sum_{i=1}^n (\hat{x}_{1i})^2 - \sum_{i=1}^n \hat{x}_{1i} \hat{x}_{2i}} \\ b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{y}_i x_{2i} \left(\sum_{i=1}^n (\hat{x}_{1i})^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n \hat{y}_i x_{1i} \right) \sum_{i=1}^n \hat{x}_{1i} \hat{x}_{2i}}{\left(\sum_{i=1}^n (\hat{x}_{1i})^2 \sum_{i=1}^n \hat{x}_{1i} \hat{x}_{2i} \right) \sum_{i=1}^n (\hat{x}_{2i})^2} \end{cases}$$

Коефіцієнти b_1 і b_2 показують, наскільки зміниться y при зміні відповідно x_1 або x_2 на одиницю.

Розглянуті статистичні методи також вимагають захисту від непередбачених і важко виявлених раптових змін тимчасового ряду. В тимчасовому ряду з'являються стрибки, що мають високий ступінь зашумлення, що затрудняє їхнє виявлення. Для подолання цього недоліку досить ефективного застосування методу кумулятивних сум (CUSUM), при цьому вдається обминути цей недолік.

Алгоритм екстраполяції.

Методи екстраполяції — найбільш поширені та опрацьовані методи прогнозування. Використання екстраполяції має своїм підґрунтям припущення про те, що аналізований процес зміни змінної y — сума двох складових — регулярної і випадкової:

$$y(x) = f(\bar{a}, x) + \eta(x),$$

де: x — незалежна змінна (найчастіше час);

f — регулярна складова;

η — випадкова складова;

\bar{a} — вектор параметрів, незмінних за час прогнозу.

Регулярна складова f є також трендом, рівнем, детермінованою основою процесу, його тенденцією.

Випадкова складова η зазвичай вважається некорельованим випадковим процесом із нульовим математичним сподіванням, визначає точність прогнозування.

У задачах прогнозової екстраполяції для зменшення впливу випадкової складової і зниження складності математичного опису застосовуються процедури згладжування та вирівнювання вихідних статистичних рядів.

Згладжування націлене на мінімізацію випадкових відхилень точок ряду від тренда процесу. Проводиться за допомогою підбору апроксимуючих функцій.

Вирівнювання використовують для більш зручного представлення вихідного ряду і перетворення емпіричної залежності $f(x, a)$ до вигляду:

$$Y = A + BX. \quad (13)$$

Найбільш загальними способами вирівнювання є логарифмування та заміна змінних. Застосовуються такі конкретні способи:

1. Для степеневі функції $y = ax^b$ — $\log y = \log a + b \log x$ і заміну змінних: $X = \log x$, $Y = \log y$, в результаті приходимо до (13), де $A = \log a$, $B = b$.

2. Для показникової функції $y = ae^{bx}$ — $\log y = \log a + bx \log e$ і заміна $X = x$, $Y = \log y$, тоді приходимо до (13), де $A = \log a$, $B = b \log e$.

3. Для залежностей виду: а) $y = \frac{1}{a+bx}$ і б) $y = \frac{x}{a+bx}$ використовуються перетворення:

а) $Y = \frac{1}{y}$, тоді $Y = A + BX$, де $A = a$, $B = b$, $X = x$;

б) $X = \frac{1}{x}$, $Y = \frac{1}{y}$, тоді $Y = \frac{a + \frac{b}{x}}{\frac{1}{x}} = A + BX$, де $A = b$, $B = a$.

4. Для емпіричної залежності $y = \frac{1}{a + be^{-x}}$ застосовуються перетворення

вирівнювання $Y = \frac{1}{y}$, $X = e^{-x}$. Тоді у формулі (13) коефіцієнти матимуть вигляд:

$$A = a, B = b.$$

Після вибору апроксимуючої функції треба визначити її параметри. Поряд із методом найменших квадратів може бути застосований метод середніх, заснований на мінімізації алгебраїчної суми відхилень точок ряду від апроксимуючої кривої. У цьому випадку критерій оптимальності записується у вигляді:

$$\sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i, a_1 a_2 \dots a_m)] \rightarrow \min ,$$

де: y_i , x_i — ордината та абсциса i -ї точки ряду; $a_1, a_2, \dots a_m$ — параметри апроксимуючої кривої.

На практиці для парних n , зокрема при $n = 2$, цей метод реалізується в такий спосіб: усі точки емпіричного ряду розподіляються за зростанням аргументу x і отримується система такого виду:

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} x_i + b \frac{n}{2} = \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} y_i \\ a \sum_{i=\frac{n}{2}}^n x_i + b \frac{n}{2} = \sum_{i=\frac{n}{2}}^n y_i. \end{cases} \quad (14)$$

Склавши обидва рівняння системи і розділивши їх на n , отримуємо:

$$a\bar{x} + b = \bar{y}. \quad (15)$$

З (5.14) та (5.15) отримуємо:

$$a = \frac{\frac{2}{n} \sum_{i=1}^n y_i - \bar{y}}{\frac{2}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}}; \quad b = \bar{y} - a\bar{x}.$$

Математичну основу методів екстраполяції та інтерполяції складає наближення функцій чисельними методами аналізу. Задача про наближення формулюється в загальному випадку так дану функцію $f(x)$ потрібно наближено замінити узагальненим поліномом:

$$Q(x) = c_0 \varphi_0(x) + c_1 \varphi_1(x) + \dots + c_m \varphi_m(x),$$

щоб відхилення функції $f(x)$ від $Q(x)$ на заданій множині точок ряду було найменшим. Найбільш важливими для практики є степеневий поліном виду:

$$Q(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_m x^m.$$

Для даної функції $f(x)$ потрібно знайти поліном $Q(x)$, можливо степеня, нижчого за m , що приймає в заданих точках x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) ті ж значення, що й функція $f(x)$, тобто такий, що $Q(x) = f(x)$ ($i = 1, 2, \dots, n$).

Існує значна кількість різноманітних многочленів, що дають можливість здійснити інтерполяцію та екстраполяцію за різними формулами наближення. Це формули Лагранжа, Чебишева, Ньютона, Стірлінга, Лежандра, Лаггера та ін. Можливо й застосування методів гармонійного аналізу.

Важливо зазначити, що задачі екстраполяції та інтерполяції мають достатнє число порівняно нескладних чисельних реалізацій і цілком доступні для розв'язання.

Статистичні методи прогнозування, що враховують взаємні кореляційні зв'язки між різноманітними значеннями однієї й тієї ж випадкової величини, засновані на використанні авторегресійних методів. Алгоритми цих методів порівняно нескладно реалізуються чисельними методами.

Інші методи класифікації, наведені на рис. 4, реалізуються в основному експертним шляхом.

Для швидкозмінюваних процесів застосовують адаптивні методи короткострокового прогнозування.

Застосування методів прогнозування є основним інструментом економічної діагностики, використовуваної на об'єкті спостереження, виконуваного СМ. Варіанти діагностики формуються за результатами оперативного аналізу господарської діяльності, одержувані з використанням СМ. Економічна діагностика служить для обґрунтування рішень по регулюванню виробництва, а також надає інформацію для планування. Економічна діагностика дозволяє вирішити наступні задачі:

- оцінити стан господарської системи об'єкта в умовах використання обмеженої інформації;
- оцінити режим функціонування, його ефективність і на цій основі - стабільність роботи підприємства;
- визначити можливі варіанти економічної динаміки, виходячи зі сформованої і перспективної структури зв'язків між показниками;
- оцінити можливі наслідки управлінських рішень для економічного об'єкту.

Таким чином, в цілому економічна діагностика спрямована на визначення стану господарської діяльності на об'єкті й оцінку економічних наслідків, зв'язаних із реалізацією управлінських рішень.

Найважливішим прийомом економічної діагностики є порівняння досягнутих показників господарювання об'єкта з планом, попереднім періодом, нормативом, з показниками інших об'єктів.

Нехай a_t і a_{t-1} - показники роботи об'єкта за періоди t і $t-1$. Приріст значень цих показників за період $(t-1, t)$ визначається як різниця $\Delta a_{(t-1, t)}$:

$$\Delta a_{(t-1, t)} = a_t - a_{t-1},$$

Відносний темп приросту показника визначається значенням P_t :

$$P_t = \frac{\Delta a_{(t-1, t)}}{a_{t-1}}$$

а зміна темпу приросту значення показника за період $(t-1, t)$ визначає показник $P_{(t-1, t)}$:

$$P_{(t-1, t)} = \frac{\Delta a_{(t_1, t)}}{\Delta a_{(t_2, t)}}$$

Показники господарської діяльності об'єкта для проведення економічної діагностики зручно зводити в матрицю A , яка складається з M рядків і N стовпців, де M - періоди діагностики, N - число показників.

$$A = \{a_{ij}\} \quad i = \overline{1, M} \quad j = \overline{1, N}.$$

Рішення задач економічної діагностики виконуються за допомогою матриць росту і приросту.

2. Експертні методи прогнозування.

Методи експертних оцінок у прогнозуванні застосовуються у таких випадках:

- за відсутності репрезентативної статистики характеристики об'єкта;
- за високої невизначеності середовища функціонування об'єкта;
- при середньо- і довгостроковому прогнозуванні об'єктів у нових невивчених областях;
- в умовах дефіциту часу або екстремальних ситуацій;
- при аналізі об'єктів, розвиток яких не піддається формалізації і для яких важко застосувати адекватну модель.

Експертні оцінки можуть використовуватися як результати рішень, прийнятих на основі моніторингової інформації.

Експертна оцінка необхідна, коли немає достатньої теоретичної основи розвитку об'єкта. Існують дві категорії експертів: вузькі спеціалісти та спеціалісти широкого профілю, проте варто враховувати і специфіку пристосовуваності експерта для виконання прогностичної експертизи.

Експерт повинен задовольняти таким вимогам:

1. Оцінки експерта мають бути стабільними в часі і транзитивними;

2. Наявність додаткової інформації про прогнозовані ознаки лише покращує оцінку експерта;

3. Експерт повинен бути визнаним спеціалістом у даній області знань;

4. Експерт повинен мати певний досвід успішних прогнозів у даній області знань.

Застосовувані в прогнозуванні методи експертних оцінок розділяють на індивідуальні та колективні. Індивідуальні експертні методи засновані на використанні думок експертів-спеціалістів відповідного профілю, незалежних один від одного. Найбільш застосовуваними є такі два методи формування прогнозу: інтерв'ю та аналітичні експертні оцінки. Аналітичні експертні оцінки припускають тривалу і ретельну самостійну роботу експерта над аналізом тенденцій, оцінкою стану і шляхів розвитку прогнозованого об'єкта.

Методи колективних експертних оцінок засновані на виявленні колективної думки експертів про розвиток об'єкта прогнозування.

Крім зазначених вище загальних вимог до експерта, до учасників прогнозної експертизи висувається низка специфічних вимог: високий рівень загальної ерудиції, глибокі спеціальні знання в оцінюваній області, здатність до адекватного відображення тенденцій розвитку прогнозованого об'єкта, наявність технологічної спрямованості на майбутнє, наявність наукового інтересу до оцінюваного предмета, відсутність особистої зацікавленості в оцінці прогнозу, наявність виробничого або дослідницького досвіду в аналізованій області (не менше 10 років).

Для визначення відповідності потенційного експерта переліченим вимогам використовується анкетне опитування. Часто додатково використовують й самооцінку експерта. При цьому дані зводяться в анкету. Її опрацювання за формулою дає оцінку компетенції експерта:

$$K = 0,5 \left(\frac{\sum_{j=3}^m v_j}{\sum_{j=1}^m v_{j\max}} + \frac{\lambda}{P} \right),$$

де: v_j — вага градації, перекресленої експертом у j -й характеристиці у балах;

$V_{j\max}$ — максимальна вага (межа шкали) j -ї характеристики у балах;

m — загальна кількість характеристик компетентності в анкеті;

λ — вага комірки, перекресленої експертом у шкалі самооцінки у балах;

P — межа шкали самооцінки експерта у балах.

При колективній експертизі однією зі найскладніших процедур є добір потенційних експертів, при цьому важливо оцінити число учасників n конкретної експертизи. Один із методів розв'язання цієї задачі шляхом знаходження інтервальної оцінки. При цьому

$$n_{\min} \leq n \leq n_{\max}.$$

Максимальна оцінка знаходиться з умови:

$$CK_{\max} \leq \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n_{\max}}, \quad (16)$$

де: C — константа;

K_{\max} — максимально можлива компетентність за використовуваною шкалою компетентності;

K_i — компетентність i -го експерта.

Для визначення константи C використовується практика голосування, коли обрання експерта встановлюється $2/3$ голосів присутніх. Звідси $C = 2/3$. Підставляючи в (16) значення C і розв'язуючи нерівність відносно n_{\max} , отримуємо:

$$n_{\max} \leq \frac{3 \sum_{i=1}^n K_i}{2K_{\max}}.$$

Мінімальна чисельність експертної групи визначається на основі заданої величини зміни середньої помилки (ε) при включенні до експертної групи або виключенні з неї одного експерта. Величина визначається нерівністю:

$$\varepsilon > \frac{|B - \bar{B}|}{B_{\max}},$$

де: B — середня оцінка прогнозованої величини в балах;

\bar{B} — середня оцінка, надана експертною групою при включенні до неї

(або виключенні з неї) одного експерта;

B_{\max} — максимально можлива оцінка прогнозованої величини за прийнятою шкалою оцінок.

У літературі наводиться оцінка:

$$n_{\min} = 0,5 \left(\frac{3}{\varepsilon} + 5 \right).$$

Остаточна чисельність експертної групи формується на підставі послідовного виключення малокомпетентних експертів, при цьому використовується умова:

$$(K_{\max} - K_i) \leq \eta,$$

де η — задана величина припустимого відхилення компетентності i -го експерта від максимальної. Практично n лежить у межах 12—20.

Основні процедури персональних експертних оцінок.

Ранжування. Прогнозування проводиться по m чинникам і в ньому беруть участь n експертів. Кожний експерт установлює ранг j -му чиннику ($j = 1, 2, \dots, m$).

При цьому для j -го чинника визначається ранг R_j за формулою:

$$R_j = \sum_{i=1}^n R_{ij},$$

де R_{ij} — ранг, привласнений i -им експертом j -му чиннику.

Далі обчислюється вага чинників W_j :

$$W_j = \frac{R_j}{\sum_{j=1}^m R_j},$$

де: W_j — середня вага j -го чинника по всіх експертах;

m — число чинників.

Нормування. Початкові оцінки, приписані експертами кожному чиннику p_{ij} перетворюються до вигляду:

$$\overline{W}_{ij} = \frac{\rho_{ij}}{\sum_{i=1}^n \rho_{ij}}.$$

Далі визначається нормована оцінка \overline{W} j -го чинника:

$$\overline{W}_j = \frac{\sum_{i=1}^n W_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_{ij}}.$$

Попарне порівняння. Для його виконання визначається середня вага кожного чинника.

Послідовне порівняння. Виконується відповідно до отриманих ваг.

Після одержання експертних оцінок W_{ij} і W_j виконується статистичний аналіз отриманих даних. Він полягає у визначенні ступеня узгодженості думок усієї групи експертів, що беруть участь в експертизі, з відносною важливістю аналізованих чинників. Мірою узгодженості є коефіцієнт конкордації, що розраховується так: за результатами опитувань експертів складається матриця ρ_{ij} розміром $m \cdot n$. Підраховуються суми для кожного чинника:

$$S_j = \sum_{i=1}^n \rho_{ij}$$

і середнє значення \overline{S} цих сум по всіх чинниках S_j :

$$\overline{S} = \left(\sum_{j=1}^m S_j \right) \frac{1}{m},$$

обчислюється сума квадратів відхилень $\overline{\overline{S}}$:

$$\overline{\overline{S}} = \sum_{j=1}^m (S_j - \overline{S})^2,$$

визначається коефіцієнт конкордації K :

$$K_k = \frac{12 \overline{\overline{S}}}{n^2 (m^3 - m)}.$$

Введення нормувального множника $12 / (m^3 - m) n^2$ здійснюється для того, щоб K_k змінювався в межах від 0 до 1.

При $K_k = 1$ досягається повний збіг думок експертів, при $K_k = 0$ — має місце повна розбіжність.

Низьке значення коефіцієнта конкордації може бути отримано як за відсутності спільності думок усіх експертів, так і за наявності протилежних думок між підгрупами експертів.

В організаційному плані експертні методи реалізуються у вигляді індивідуальної роботи експертів з подальшим опрацюванням результатів, способом роботи за «круглим столом», методом «мозкової атаки», методом Дельфі.

Індивідуальна робота експертів не потребує збору їх в одному місці у той самий час, тобто припускається можливість дистанційної роз'єднаності, проте при цьому виключаються компроміси та взаємодії експертів. Метод «круглого столу» дає змогу вільно обмінюватися думками і дискутувати, тобто цілком реалізується колективна експертиза, але результат експертизи визначається логікою компромісу. При «мозковій атаці» збираються експерти, що представляють коло найрізноманітніших професійних інтересів. При цьому реалізується метод «круглого столу», коли можуть обговорюватися будь-які неймовірні висловлення. Метод Дельфі являє собою конгломерат усіх зазначених методів і використовується при вирішенні проблем, що не мають достатньої теоретичної бази. Збирання та опрацювання індивідуальних думок експертів про прогнози розвитку об'єкта здійснюються, виходячи з таких принципів:

- питання в анкетах формулюються так, щоб можна було дати кількісну характеристику відповідям;
- опитування проводиться в декілька (4—5) турів, усі опитувані експерти після кожного туру ознайомлюються з результатами попереднього туру опитування;
- у наступних турах питання і відповіді уточнюються, експерти обґрунтовують оцінки і думки, що відрізняються від думки більшості;
- статистичне опрацювання відповідей проводиться після кожного туру

із встановленням узагальнених характеристик.

За допомогою методу Дельфі виявляються переважні судження експертів в обстановці, що виключає спілкування, але дає змогу кожному експерту зважувати свої судження з урахуванням відповідей і думок колег. Можливість перегляду своїх оцінок і думок стимулює урахування раніше пропущених чинників.

Експертні методи прогнозування можуть бути використані у надзвичайно широкому спектрі проблем там, де інші методи неприйнятні або не дають результатів. Можливі найнесподіваніші та найефективніші результати. Проте експертиза є винятково складною в організації та реалізації і має дуже високу вартість. Тому її варто використовувати для одержання найважливіших прогнозів, у випадках, коли інші методи нерезультативні. У системах моніторингу експертне прогнозування доцільне у винятково важливих випадках, коли відсутність прогнозу загрожує катастрофою (наприклад, екологічною) або може призвести до значних збитків. Але навіть і в цих випадках, якщо є можливість, для одержання прогнозів варто використовувати експертну систему, спроможну видавати експертні прогнози.

3. Застосування експертних систем в задачах моніторингу.

Для визначення можливостей застосування експертної системи (ЕС) для розв'язання задач моніторингу розглянемо визначення ЕС, наведені в: «Експертні системи — клас систем штучного інтелекту, спроможних отримувати, накопичувати, коригувати знання з деякої предметної області, виводити нові знання, вирішувати на основі цих знань практичні задачі і пояснювати хід рішення. За допомогою ЕС вирішуються задачі, віднесені до класу неформалізованих, слабо структурованих задач. Алгоритми рішення таких задач або не існують через неповноту, невизначеність, неточність, розпливчастість аналізованих ситуацій і знань про неї, або ж такі ситуації неприйнятні на практиці через складність алгоритмів розв'язання. ЕС реалізуються програмами, як правило, на ПЕОМ.

У той же час у розділі 1 серед основних задач, розв'язуваних СМ, зазначені задачі одержання комплексних характеристик інформаційних об'єктів, оцінювання, моделювання об'єктів і явищ, прогнозування станів, прийняття рішень. Такі задачі звичайно слабо структуровані і не розв'язувані єдиним алгоритмом, тому мати ЕС в складі СМ не тільки бажано, але, швидше за все, необхідно. Крім того, ЕС спеціально призначені для накопичення і попереднього опрацювання та класифікації інформації, що також належить до числа необхідних функцій, покладених на СМ.

Якщо розглядати призначення СМ в широкому плані, то можна визначити, що основна її ціль полягає у спостереженні за об'єктом з метою встановлення умов його функціонування і відповідності цих умов заданим. В основу такого спостереження покладено діагностику стану спостережуваного об'єкта. У той же час найбільше поширення і застосування мають діагностичні експертні системи [148], перші ЕС у практичному застосуванні з'явилися у середині 70-х років (MYCIN, DENDRAL) і були діагностичними. Перші вітчизняні ЕС також були діагностичними (у галузі медицини). Робота діагностичної експертної системи (ДЕС) насамперед базується на використанні моделі об'єкта спостереження, опис якої зберігається в глобальній базі знань (БЗ) і постійно коригується. У БЗ зберігаються також програма реалізації методів діагностики і прогнозування стану за час функціонування. Використання таких програм, спеціалізованих на діагностиці, є найважливішою особливістю, що виокремлює ДЕС з усього класу ЕС. Іншою особливістю ДЕС є обов'язкова орієнтація на можливість використання нечітких знань і неповної інформації про об'єкт спостереження та його функціонування. Можливість роботи в умовах неповної інформації та алгоритми роботи з неповною інформацією також вирізняють ДЕС. У цьому плані ДЕС не тільки видає висновки, рекомендації та пропозиції варіанта рішення, але й перевіряє слушність отриманих СМ первинних даних, що надходять від первинних джерел, а також проводить додаткові діагностичні обстеження (виміри) для обґрунтованішої діагностики. Таким чином, ДЕС притаманні своєрідні активні

функції. Крім перелічених особливостей, при створенні ДЕС використовуються такі принципи:

1. Знання, що описують нормальне функціонування об'єкта спостереження, типові відхилення від нормального функціонування, зовнішні несприятливі впливи на об'єкт, для усунення яких необхідні управлінські впливи, засоби локалізації та компенсації відхилень від норм, способи та ознаки прогнозування поведінки об'єкта накопичуються під час тривалого часу роботи ДЕС. Практика показує, що обсяг таких знань подвоюється протягом 2—4 років, тому для накопичення їх потрібно мати великий обсяг пам'яті.

2. Механічне накопичення знань для діагностики та прогнозування не робить позитивного впливу на роботу ДЕС. Для використання цих знань необхідна систематизація їх, організація механізму пошуку, вибору і розміщення. Практично це можна виконати тільки в машинній пам'яті і машинних засобах.

3. Наявність об'ємних знань дає можливість сформулювати обґрунтовані вербальні альтернативи діагнозів і прогнозів. Вибрати з них єдине правильне рішення найкраще, спираючись на систему підтримки прийняття рішення, яка може бути реалізована засобами ЕС.

4. Великий обсяг різноманітних знань може бути отриманий від багатьох експертів — висококваліфікованих спеціалістів у вузьких фахових областях. Об'єднати ці знання і застосовувати їх можна тільки в рамках і за методами роботи ДЕС.

5. При діагностиці і прогнозуванні необхідно вирішувати якісні задачі, використовуючи лінгвістичні змінні, спираючись на аналіз стану систем, історії їх поведінки, а також на якісні та кількісні ознаки, що видаються датчиками і вимірювальними системами. У рамках ДЕС можна використовувати дерева та інші алгоритми рішень, що виконують обробку числової і нечислової інформації з урахуванням нечіткості та обмеженої надійності.

6. При розробці особливо складних і масштабних рішень можливостей ЕС може не вистачити і вихід може бути знайдений шляхом взаємодії особи-керівника та ЕС у формі діалогу.

Прийняття рішень — найскладніший вид управлінської діяльності, що важко піддається автоматизації взагалі й алгоритмізації зокрема. Задачі прийняття рішення варто віднести до слабоструктурованих або неструктурованих задач, єдиним конструктивним засобом рішення яких є використання експертної системи прийняття рішення (ЕСПР). У літературі ЕСПР як окремий клас не висвітлюється. Цей факт можна пояснити тим, що будь-яка ЕС вирішує деякі процедури технології прийняття рішення (ПР). Наприклад, будь-яка ЕС видає варіанти або проекти рішення, рекомендації та інформаційно-довідкові матеріали по запитах для прийняття рішень.

В ЕСПР необхідно наголошувати на функціях та основних операціях технології ПР. Найбільше застосування ПР знаходять для розробки управлінських рішень у системах організаційного управління. Такі рішення дуже складні, приймаються для масштабних динамічних об'єктів управління, як правило, у реальному часі, звичайно готуються колективом за допомогою комп'ютерної підтримки, розробляються декілька варіантів рішення, кінцевий вибір рішення і надання йому юридичної чинності виконує ЛПР. За таких умов у базі знань повинна зберігатися адекватна модель об'єкта управління високої складності. Реквізити опису моделі повинні постійно коригуватися в реальному масштабі часу. Розробка варіантів рішення ведеться на моделі ситуації прийняття рішення (СПР), що є підмоделлю основної моделі об'єкта спостереження. Природно, модель СПР менш складна в описі, ніж основна модель, і це спрощує роботу з нею при розробці варіантів рішення. У реальних системах управління кількість можливих СПР неможливо передбачити, тому неможливо і заздалегідь заготовити модель. Модель СПР у ЕСПР необхідно формувати за основною моделлю для кожної виниклої СПР. Це і визначає основну причину складності створення ЕСПР та її особливість. Ще однією особливістю ЕСПР є необхідність урахування ретроспективи функціонування

об'єкта управління (його траєкторії). Запам'ятовувати таку траєкторію занадто складно, тому її також потрібно формувати засобами ЕСПР. Єдину можливість для такого формування надає знання можливостей переходу об'єкта управління з одного стану в інший. Для цього в БЗ ЕСПР ймовірнісні характеристики переходів відображаються реляційним засобом шляхом створення в пам'яті спеціальної вирішальної матриці переходів — таблиці взаємних відношень між значеннями змінних.

Специфіка розв'язуваних задач створює особливості побудови ЕСПР, при цьому мають бути реалізовані такі принципи:

1. Ієрархічна структура БЗ із реляційною організацією відношень між значеннями змінних, що описують основну модель. Така структура дасть можливість створити опис моделі високої складності, а також сформувати траєкторію об'єкта управління на моделі.

2. Наявність у структурі ЕСПР блока формування моделей СПР на основі опису основної моделі.

3. Опис технологій, формалізації та основних властивостей процедур прийняття рішень та реалізації їх в програмах, що описують роботу блока логічного висновку.

4. Об'єднання трьох режимів наповнення знаннями БЗ ЕСПР — використання знань експертів-управлінців, постійне навчання ЕС в процесі роботи ЕС на основі аналізу застосовуваних нею рішень досвідченими експертами з оцінками позитивних і незадовільних рішень, застосування методів самонавчання на основі аналізу успішності функціонування — використанням зворотного зв'язку.

5. Наявність блока спеціалізації СПР. Ініціалізувати цю процедуру може ЛПР, а також сама ЕСПР на основі аналізу моделі роботи об'єкта управління заданої системи критеріїв ефективності.

При побудові систем, що інтенсивно впроваджують елементи нових інформаційних технологій (НІТ), варто враховувати важливий чинник впровадження НІТ — максимальне позбуття від ручної праці операторів. У

старих інформаційних технологіях особливо велику питому вагу людини-оператора в роботі людино-машинної системи мали резидентні та диспетчерські інформаційні процеси. Оператор одержував (або ініціював сам) роботу, визначав технологічний ланцюжок і взаємодію людських і машинних процедур та інтерпретував процес виконання роботи доступними засобами, визначав форму подання і джерела отримання вхідної інформації використовувани для рішення методи й алгоритми рішення, звертаючись при цьому до програмістів або інших виконавців. Тому розв'язування задачі було тривалим і трудомістким, незважаючи на значну підтримку з боку обчислювальних засобів. При цьому утримання підтримки зводилося до розв'язування чітко сформульованих у вигляді програм задач на ЕОМ. Створювалася ілюзія машинного вирішення задачі, тоді як роль ЕОМ у ланцюжку загальної технології рішення була не так вже й велика.

Усі перелічені операції, виконувані людиною-оператором, були необхідними. Вони мали значну питому вагу (хоча б за часом виконання), проте їм не приділялося достатньо уваги. Впровадження НІТ, у тому числі ЕС, значно, якщо не повною мірою, автоматизує ці функції, але при розробці ЕС їм знову-таки не приділяється уваги. Ігнорування цих функцій при впровадженні НІТ призведе до необхідності втручатися на рівні оператора в технології інформаційних процесів. З метою усунення цієї вади будемо включати до складу ЕС блоки виконання резидентських функцій, диспетчеризації та планування. При цьому резидентський блок (РБ) виконує такі функції:

- визначає повноту формулювання і постановки розв'язуваної задачі, програмні модулі та файл БЗ, які мають бути активізовані;
- визначає програмний модуль, якому передає управління;
- активізує модулі і файли, використовувані при повторних зверненнях.

Блок планування (БП) визначає план розв'язування реалізованих у ЕС процедур. Кожній процедурі відповідає програмний модуль, тому план розв'язування задачі являє собою послідовність передач управління програмним модулям. Для кожного модуля визначаються файли БЗ, що

забезпечують його роботу. Алгоритм (програма) роботи БП досить складний і потребує великих зусиль і витрат ресурсів при створенні ЕС; якщо таких ресурсів немає у розробників, то роботу БП виконує ЛПР або спеціаліст, що використовує ЕС.

Блок диспетчеризації (БД) забезпечує реалізацію плану розв'язування задачі: передачу управління запланованим програмним модулем, активізацію необхідних файлів БЗ та взаємодію з іншими модулями і блоками ЕС. Можуть бути використані два варіанти реалізації ДБ: єдиний складний диспетчер для розв'язування будь-якої задачі ЕС, резервування моніторів супроводу типових задач. В останньому випадку ДБ для кожної задачі вибирає з резерву монітор і передає йому управління.

Рівень розробки РБ, БП і ДБ разом із інтерфейсним блоком пояснення визначають рівень сервісу і «дружності» ЕС взагалі і ЕСПР зокрема. До складу інтерфейсного блока може входити рекламний модуль, який дає змогу при першому знайомстві користувача з ЕС показати її можливості щодо охоплення об'єктних областей, рівень розв'язання задач та інформаційних послуг, а також рівень забезпеченості сервісу (ступінь автоматизації реалізації інформаційно-організаційних процедур). Оскільки переліки можливостей, запропонованих рекламним модулем, можуть бути досить великим, рекомендується побудувати цей модуль за правилом організації меню.

Об'ємні та складні задачі, покладені на ЕС, визначають вимоги до її складу та структур, а також обмеження на побудову їх. Саме складність розв'язуваних задач, нечіткість вимог при формулюванні, відкритість і постійне розширення покладених на ЕС функцій і характеристики задач для різних об'єктних областей роблять задачу визначення складу ЕС неоднозначною. У цьому напрямі можна провести аналогію з традиційними АСОУ, що визначається тими ж причинами: різноманітністю об'єктних областей, великою розмірністю описів, великим обсягом розв'язуваних задач.

Незважаючи на глибоку неоднозначність визначення складу ЕС, власно базовий перелік блоків, із яких вона конструюється, залишається стабільним, оскільки визначається переліком функцій, покладених на клас ЕС.

Аналізуючи функції, виконувані класом ЕС, використовувані знання і техніку логічного висновку, а також наведені вище міркування і результати, опубліковані в науково-технічній літературі, сформулюємо перелік блоків, що входять до складу ЕС моніторингу і прийняття рішень: база знань — БЗ; блок логічного висновку — БЛВ; блок редагування бази знань — БРБЗ; блок роз'яснень — БР; інтерфейсний блок — ІБ; блок планування — БП; блок диспетчера — ДБ; резидентний блок — РБ; блок моніторингу — БМ. блок формування ситуації прийняття рішення — БФСР.

Перші два блоки є обов'язковими для будь-якої ЕС, тому їх можна назвати базовими. Інші блоки можуть бути й відсутніми, тоді їх функції візьмуть на себе базові блоки. Блок моніторингу використовується тільки в ЕС, яка працює в СМ. До його функцій належать:

- інтерпретація даних, що надходять;
- первинна обробка даних та перевірка їх;
- підтримка рішень, прийнятих у СМ;
- реалізація алгоритмів висновку та обробки;
- реалізація алгоритмів прогнозування параметрів об'єкта моніторингу.

Описана вище робота інших блоків широко обговорюється в літературі.

На рис. 4. наведено схему інформаційної взаємодії блоків ЕС із користувачем, зовнішнім середовищем і між собою.

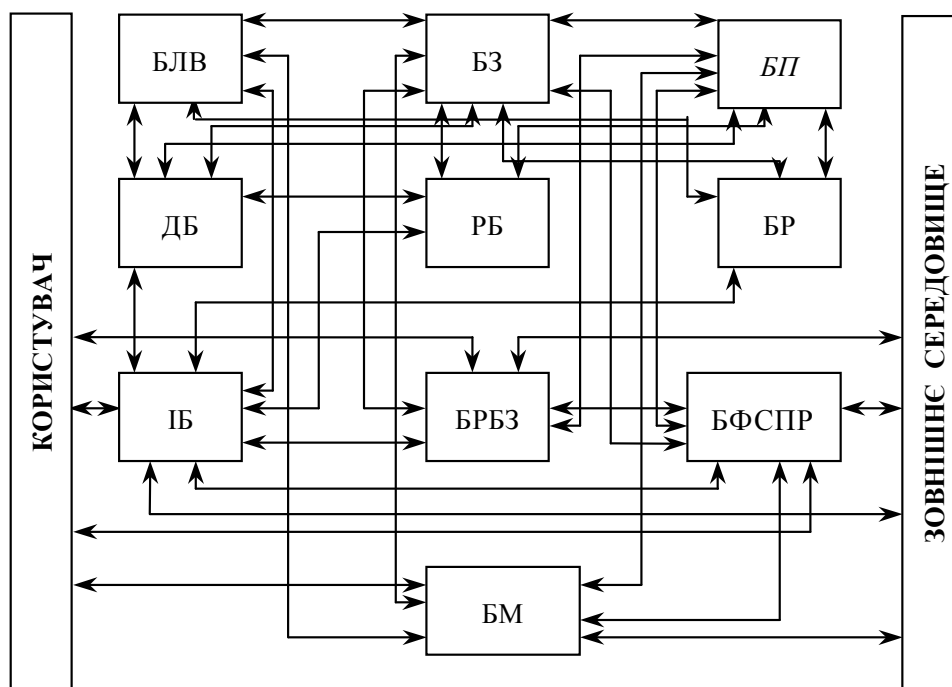


Рис. 4. Схема інформаційної взаємодії блоків ЕС.

Визначити універсальну блокову структуру ЕС і склад її блоків практично неможливо через неоднозначність опису різноманітних предметних областей і різноманітних функцій, покладених на конкретну ЕС. Певним чином можна спробувати вирішити це зробивши класифікацію ЕС і побудувавши структуру і склад для окремого конкретного класу. Нині у світі функціонують десятки тисяч різноманітних ЕС, відомі декілька класифікацій їх. Ми розглянемо класифікацію ЕС тільки за функціональним призначенням (рис.5).



Рис. 5. Класифікація ЕС за функціональним призначенням.

Як випливає з наведеної класифікації, системи моніторингу виділено в окремий підклас.

База знань — основний і найскладніший блок ЕС. Створення БЗ є основною роботою з побудови ЕС. Структуру БЗ складають форми представлення знань. Вони мають досить стійкий вигляд як результат єдності експертних знань при розв’язуванні різних задач у різноманітних об’єктних областях: звичайно приймається текстова форма уявлення знань у вигляді алфавітно-цифрових текстів, але це не виключає використання різноманітних методів кодування (використання формульних записів) при формуванні фізичної БЗ.

Форми уявлення знань встановлюються шляхом вибору моделі представлення знань, серед яких найбільш поширені семантичні мережі, системи фреймів, логічні моделі знань, продукційні системи. Процедурні знання можуть бути подані не тільки відрізками алфавітно-цифрових текстів і формульних записів, але й у вигляді фрагментів машинних програм довільної довжини.

У ЕС моніторингу (ЕСМ) для представлення знань зручно використовувати фреймові структури і продукційні системи. Фреймові

структури привабливі своєю прозорістю інтерпретації моделі об'єкта спостереження і зручністю опису ієрархічних структур. Верхній (або верхні) рівень ієрархічної фреймової структури звичайно виконує резидентні функції, що теж дуже зручно при описуванні моделі, особливо її логіки. При необхідності введення в описи реляційних відношень у фреймову структуру можна ввести вирішальну матрицю із записом елементів реляційних відношень по рядках і стовпчиках. Матрицею можна описувати відношення не тільки між елементами структури, але й між елементами моделі — фреймами і слотами. В ієрархічних фреймових структурах з успіхом можна використовувати слоти типу КЕУ, що адресують посилання до фреймів нижнього рівня.

Блок логічного виводу (БЛВ) безпосередньо реалізує розв'язування задач моніторингу і підготовляє прийняття рішень за результатами моніторингу. У цьому плані найприйнятнішою є продукційна схема побудови БЛВ, що складається з трьох модулів (рис. 6).

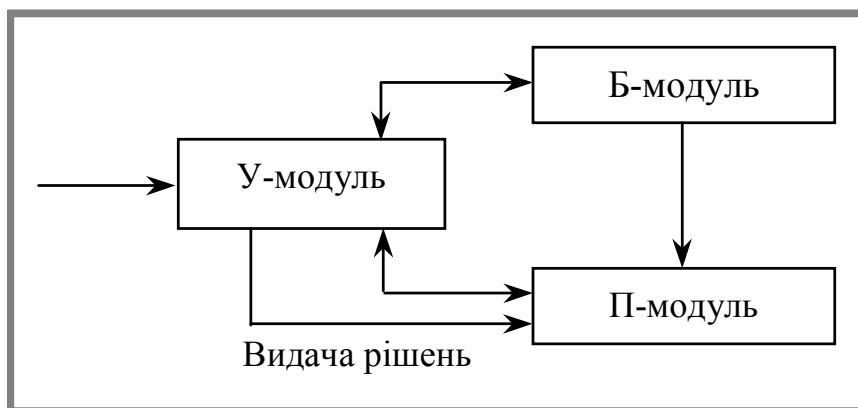


Рис. 6. Схема зв'язку модулів БЛВ продукційного типу.

(Б-модуль — база знань; У-модуль — програма управління; П-модуль — множина правил-продукцій).

Завдання на БЛВ надходять на модуль управління (У-модуль), який виконує роль монітора, реалізуючи роботу програми виводу, що включає правила продукції, розміщені в блоці Б-модуль, і аргументи предикатних формул. Комунікації У-модуль — П-модуль — Б-модуль працюють багаторазово, отже, програма виводу являє собою композицію правил продукцій, що утворюють систему. Аргументи X правил-продукцій вибираються з

Б-модуля і містять старі результати виконання правил-продукцій. Наведена на рис. 5 схема зв'язку має чисто функціональний характер і не відображає конструктивний (фізичний) розподіл. Наприклад, і У-модуль, і П-модуль конструктивно розміщуються в БЗ і входять до її конструкції.

Нехай U — множина правил продукцій в П-модулі, тоді конкретне правило-продукція $u_i \in U$ буде подано у вигляді:

$$x(t + T) = f(x(t), u_i(x)),$$

де: T — час роботи правила на часовій осі; $x(t)$ — вхідне слово, сприймане правилом-продукцією; $x(t + T)$ — результат роботи правила.

У загальному випадку, якщо $a(t)$ — слово-завдання, що надходить на модуль управління в момент t , то результатом виведення буде слово $a(t + \tau)$, отримане за правилом виводу P :

$$a(t + \tau) = P\{a(t), F(\tau)\},$$

де: τ — число циклів роботи БЛВ при реалізації логічного виводу; F — ланцюжок-послідовність (композиція) застосувань правил-продукцій при надходженні вхідного слова-завдання $a(t)$. Інакше кажучи, F — правило виводу, що формується блоком управління за завданням $a(t)$.

При побудові правил-продукцій і предикатів використовується низка логічних операцій виду: кон'юнкція («І») — \wedge ; диз'юнкція («АБО») — \vee ; імплікація («ЯКЩО-ТО») — \rightarrow ; заперечення («НЕ») — \sim .

Крім перелічених низок використовуються також квантори спільності (\forall) та існування (\exists).

Система продукції — це система організації процесу розв'язування логічних задач, у якій вихідною інформацією є не тільки вихідні дані, а й правила одержання цих даних, подані у формі продукцій, сукупності умов застосування правила і дії відповідно до цього правила. Продукція — це пари трьох можливих типів: ситуація—дія, посилка—вивід, причина—слідство.

Сукупність продукцій може нарощуватися, представляючи тим самим накопичення знань експертів у процесі навчання. При цьому правила вибору

нових продукцій для застосування можуть задаватися також у вигляді продукцій, що входять до складу БЗ.

У процесі програмування продукції подаються у вигляді трійки: ім'я продукції; умови застосування; оператор. У цьому сенсі продукція є узагальненням операції імплікації у термінах математичної логіки булевих змінних і теорії предикатів, що використовує всі можливості мов програмування. При цьому можлива формула:

$$P_1(x_1) \wedge P_1(x_2) \wedge P_3(x_3) \rightarrow B(y),$$

де: $P_i(x_i)$ — предикати змінних x_i ;

B_y — операція присвоювання або передача управління (GOTO).

Наприклад, для ЕС може мати місце така продукція А: якщо з n значень величин x_j ($j = 1, 2, \dots, n$) x_i — найбільше значення, то $B(y) : y = x_i$.

Для опису множини альтернатив управління в конкретній r -й ситуації з множини можливих ситуацій R ($r \in R$) можна використати продукцію.

$$\text{ЯКЩО } i = r, \text{ ТО } B = B_1 \vee B_2 \vee B_3 \dots \vee B_{ru},$$

де: B_i — альтернатива можливого управління;

ru — загальне число альтернатив у r -й ситуації.

Для зменшення надмірності в записах продукцій у БЗ можна виділяти типи продукцій, що мають однакову конструкцію записів A і B , при цьому програми виконання однотипних продукцій будуть однаковими і відрізнятися тільки змінними в лівій (x_i) і правій (y_j) частинах продукції.

Нехай R — число типів продукцій (число R у результаті навчання може нарощуватися), Q — позначення самої продукції, l — номер продукції, що ідентифікує значення її змінних (x_i та y_j).

Тоді запис продукцій матиме вигляд:

$$Q_r^l \{x_i, y_j\} = Q_r^l : IF A(x_i) THEN B(y_j).$$

Варто зауважити, що в цій формі запису B містить процедури, виконувані при відповідності як при посилці $A = true$, так і при $A = false$.

Програма конкретного виводу в такому позначенні запишеться у виді системи продукцій:

$$Q_r^1 = \{x_i, y_j\}, \quad (i = \overline{1, n_1}; \quad j = \overline{1, m_1});$$

$$Q_r^2 = \{x_i, y_j\}, \quad (i = \overline{1, n_2}, \quad j = \overline{1, m_2})$$

.....

$$Q_r^k = \{x_i, y_j\}, \quad (i = \overline{1, n_k}; \quad j = \overline{1, m_k}).$$

У БЗ зберігається всього R програм виконання правил продукції. Програма роботи БВК для розв'язання конкретної задачі виводу буде задаватися кортежем пар номерів правил-продукцій $\{r, l\}: r_1 l_1, r_2 l_2, \dots, r_k l_k$.

У будь-якій ЕС можуть використовуватися такі часто вживані типи продукцій:

1. Вибір максимального значення в послідовності: x_1, x_2, \dots, x_n .

$$A \div IF \max(x_1, x_2, \dots, x_n) = x_k; B = x_k \xi;$$

2. Умовний перехід

$$IF p > q \text{ TO } \ell = \ell_k \text{ ELSE } \ell = \ell_n; B = \text{GOTO } 1;$$

3. Вмикання оператора присвоювання

$$\forall x := x + \Delta.$$

При формуванні програми виводу можна орієнтуватися на застосування дедуктивного та індуктивного підходу, а також прямого й оберненого методів виводу.

Функції й алгоритми опрацювання інформації не є обов'язковою властивістю СМ. Але при побудові СМ і визначенні її місії ці задачі можуть бути покладені на СМ і стають для неї обов'язковими. У цьому випадку СМ повинні реалізувати весь заданий об'єм по опрацюванню інформації і ця обставина важлива характеристика СМ.

- 1. Загальна характеристика розподілених динамічних систем.**
- 2. Моделювання процесів у розподілених динамічних системах.**
- 3. Моделювання розподіленої системи моніторингу.**
- 4. Алгоритм розрахунку основних параметрів системи моніторингу.**

1. Загальна характеристика розподілених динамічних систем.

Розподілені СМ (РСМ) забезпечують роботу масштабних розподілених економічних об'єктів. До них можна віднести економіку країни і галузей, СМ надвеликих об'єктів. Розподілені СМ мають всі атрибути СМ, але в силу своєї масштабності при їх дослідженні необхідно враховувати і ряд особливостей:

- розподілені СМ обслуговують велику територію, мають розвинуту комунікаційну мережу, що повинна забезпечити не тільки збір, збереження і передачу моніторингової інформації, але і її розподілене опрацювання;
- при дослідженні розподіленої СМ необхідно враховувати високу потужність інформаційних потоків, що циркулюють в інформаційній мережі РСМ, тому високу актуальність набувають питання ущільнення записів інформації, що істотно як при передачі, так і збереженні і обробці інформації;
- об'єкти спостереження РСМ звичайно мають високу динамічність, змінювані координат, що необхідно враховувати при розрахунку характеристик СМ;
- масштабність РСМ пред'являє особливі вимоги до її структури, що будується за ієрархічним принципом і має розподіл усіх своїх функцій по рівнях і горизонталі.

Розглянемо організацію і побудову динамічної РСМ на прикладі транспортної системи країни, як найбільш репрезентативної.

Роль транспорту в народному господарстві переоцінити важко. Так, у 1990 р. в Україні був надзвичайний врожай, але через погану організацію збирання і вивезення з полів у місця збереження значну частину його було втрачено.

Продукцією транспорту є перевезення вантажів і пасажирів. Важливою особливістю транспортного процесу є ефект подолання простору і часу. Простір скоротити неможливо, а час транспортування, збільшивши швидкість, можна, але це робить транспортний процес небезпечним. Перевезення повинні забезпечити цілість людей і вантажів, для деяких вантажів умови цілості бувають дуже суворими. Потреби в транспорті динамічні і підпорядковуються добовому, тижневому і, особливо, сезонному циклу, тому продуктивність транспорту визначається, виходячи з пікових навантажень, а рентабельність — середнім навантаженням.

Транспортні засоби різноманітні, і кожний вид транспорту виконує свою роль. У систему транспорту входить транспорт залізничний, морський, річковий, автомобільний, повітряний, трубопровідний, міський електротранспорт (наземний, підземний).

На транспортну систему припадає близько 20% основних виробничих фондів країни, витрачається 9% усіх капітальних вкладень, у системі транспорту працює 9% зайнятого працюю населення.

Використання кожного виду транспорту специфічне, кожний вид має свої переваги і вади щодо: швидкості, вантажності, досяжності пунктів призначення і відправлення, економічної доцільності, комфортності. При створенні системи управління транспортною системою необхідно враховувати економіко-організаційні особливості кожного виду транспорту.

Транспортний процес на залізниці характеризується: регулярністю вантажних і пасажирських перевезень незалежно від кліматичних умов, часу року і доби; високою провізною спроможністю та ефективністю при перевезеннях масових вантажів на великі відстані; порівняно невеликими витратами на перевезення вантажів і пасажирів.

Удосконалювання управління залізничним транспортом має спрямовуватися на підвищення продуктивності праці і зниження собівартості перевезень за рахунок прискорення обороту вагонів, підвищення завантаженості поїздів, скорочення порожнього пробігу рухомого складу.

Основними особливостями морського транспортного процесу є: здійснення масових міжконтинентальних перевезень вантажів зовнішньоторговельного обороту, міжбасейнових і внутрішньобасейнових перевезень вантажів і пасажирів між портами нашої країни; низька капіталомісткість через використання природних морських шляхів; потреба в дорогих портових спорудах; більш низькі, порівняно з іншими видами транспорту, невисока собівартість вантажних перевезень на далекі відстані; складність подолання шляху в ряді районів океану в окремі періоди. Розвиток морського транспорту має забезпечити потреби народного господарства в зовнішньоторговельних і каботажних перевезеннях у результаті поліпшення використання наявного транспортного флоту та його поповнення високопродуктивними суховантажними, наливними і комбінованими судами.

Транспортним процесам річкового транспорту притаманні: висока провізна спроможність на глибоководних річках; порівняно невелика потреба в капіталовкладеннях і швидкість доставки вантажів; невисока собівартість перевезень масових вантажів, що не потребують термінової доставки. Подальший розвиток річкового флоту йде по шляху його поповнення великовантажними складами, буксирами-штовхачами, більш досконалыми пасажирськими та іншими судами. Велика увага приділяється розвитку портового господарства.

Транспортні процеси повітряного транспорту характеризуються: великою швидкістю доставки вантажів і пасажирів; можливістю доставки пасажирів і вантажів у регіони, які не мають наземного і водного транспорту; дещо високою вартістю перевезень. Зростає роль повітряного транспорту в перевезеннях термінових і цінних вантажів, швидкопсувної продукції.

Транспортні процеси трубопровідного транспорту мають принципові

відмінності від транспортних процесів інших видів транспорту. Зокрема, на цьому виді транспорту забезпечується цілість вантажу при перевезеннях у результаті майже повної герметизації перевезень. Операції наливання, перекачування і зливання автоматизовані, що позитивно позначається на собівартості вантажно-розвантажувальних робіт. Цьому виду транспорту притаманні також: регулярність перевезень; низькі капіталовкладення; ефективність за наявності потужних і стійких потоків вантажів. Напрями розвитку цього виду транспорту — збільшення діаметра труб, створення єдиної системи газопостачання країни, впровадження технології цілодобового будівництва трубопроводів у важкодоступних районах із складними природнокліматичними умовами. Специфіка транспортних процесів трубопровідного транспорту потребує, у першу чергу, створення автоматизованих систем не організаційного управління, а управління технологічними процесами.

Дещо інші підходи до автоматизації управління автомобільним транспортом. Тут, з урахуванням специфіки цього виду транспорту, має здійснюватися автоматизація управління як транспортними підприємствами, так і процесом транспортування.

Транспортні процеси автомобільного транспорту характеризуються: значною економічністю у певних умовах — під час перевезення вантажів на відстань до 400 км, під час перевезення цінних, термінових і швидкопсувних вантажів на великі відстані; доставкою вантажів певним одержувачам без перевантажувальних операцій; забезпеченням цілості та якості перевізного вантажу; великою мобільністю і спроможністю швидкої організації перевезень; регулярністю і досить високою надійністю; високою швидкістю доставки вантажів від складу відправника до складу одержувача, що дає змогу збільшувати оборотність обігових коштів. Ефективність транспортних процесів автомобільного транспорту залежить від низки чинників. Основним з них є відстань перевезень: у промисловості — до 400 км під час перевезення готової продукції та 20 км — на відкритих розробках корисних і нерудних копалин; у

будівництві — підвіз будматеріалів на відстань до 150 км; у сільському господарстві — перевезення усіх видів сільгосппродукції на відстань до 200 км; у торгівлі — перевезення усіх видів товарів на бази і склади, у роздрібну мережу і т. п. на відстань до 300 км.

В сфері перевезень пасажирів ефективність транспортних процесів визначається собівартістю перевезень, обсягом і регулярністю перевезень, впливом того або іншого виду транспорту на навколишнє середовище. Для досягнення належної ефективності роботи автотранспортної системи необхідно вдосконалювати координацію розвитку і взаємодії в роботі різноманітних видів автотранспорту. Вона має здійснюватися в усіх областях діяльності транспортних підприємств: технічній, технологічній, економічній, організаційній та правовій.

Вдосконалювання транспортної системи має спрямовуватися на вирішення низки економічних, соціальних, організаційних і технічних задач, а саме:

- удосконалювання системи управління транспортними процесами із застосуванням сучасних економіко-математичних методів (ЕММ) та обчислювальної техніки (ОТ);
- застосування економічно обґрунтованих цін, тарифів з урахуванням вимог ринкової економіки;
- розвиток і вдосконалювання системи централізованих і міжміських перевезень;
- створення спеціалізованих підприємств з виробництва достатньої кількості необхідних механізмів, вантажно-розвантажувальних пристроїв, що забезпечують масове впровадження контейнерного і пакетного способів транспортування вантажів;
- здійснення заходів, що покращують організацію технічного обслуговування, поточного ремонту транспортних засобів, а також тих, що забезпечують безпеку руху і зменшення забруднення навколишнього середовища.

При цьому слід зазначити, що транспорт у цілому поки ще не задовольняє всім тим вимогам, які б повною мірою сприяли ефективності суспільного виробництва. Тому є об'єктивна необхідність вишукувати шляхи поліпшення роботи транспортної системи. Це дуже важлива народногосподарська проблема.

Особливостями системи транспорту (СТ) країни є:

- високий ступінь територіальної розподіленості як об'єкта управління, так і системи управління;
- наявність швидкопсувних і небезпечних вантажів, що спричинює додаткові вимоги до динаміки транспортного процесу;
- конфліктність між показниками: час перевезення — безпека;
- конкуренція між окремими видами транспортних засобів;
- висока вартість забезпечення транспортних перевезень.

Отже, транспортна система країни розподілена, складна за складом і функціями, її функціонування потребує значних витрат. Вона повинна забезпечити:

- доставку вантажів і пасажирів із пунктів відправлення до пунктів призначення, що разом із з'єднувальними комунікаціями утворюють транспортну мережу країни (ТМК);
- забезпечити цілість вантажів і безпеку перевізного процесу як для обслуговуючого персоналу ТМК, так і для населення;
- мінімізацію нераціональних перевезень (порожній пробіг, простій транспортних засобів);
- оптимальний розподіл вантажів і пасажирів між видами транспорту;
- оптимізацію транспортних маршрутів.

Об'єктом управління ТМК є перевізний процес на усіх видах транспорту, що включає рухливі транспортні засоби (ТЗ) і численні однорідні об'єкти управління: автопарки (вантажні, автобусні, таксомоторні), автовокзали, станції технічного обслуговування автомобілів і т. п.

Система управління ТЗ складається з двох частин, різноманітних за динамічними характеристиками. Перша частина вирішує проблеми формування і розвитку ТМК, розробки оперативного плану руху транспортних засобів по маршрутах. Друга частина виконує функції оперативного управління, реалізуючи диспетчерське управління процесами перевезень. Основна і визначальна роль диспетчерського управління транспортним процесом — регулювання, тобто реалізація комплексу оргтехзаходів щодо усунення наявних відхилень від передбаченого розкладу, а в необхідних випадках, щодо корінної зміни процесу перевезень по тих або інших маршрутах.

Найважливішою функцією диспетчерського управління є система моніторингу за транспортним процесом, під яким розуміється відображення динамічної інформації про ТЗ за допомогою динамічної моделі ТМК, що забезпечує одержання інформації про транспортний процес. Система моніторингу може бути перепроєктована методами реінжиніринга бізнесів-процесів (РБП). Сучасна технологія автоматичного виявлення в сполученні з безпроводними засобами передачі даних дозволяє ТЗ постійно повідомляти про своє місце розташування. Переорієнтування ТЗ і зміна їм завдання або маршруту руху може бути передане негайно за допомогою супутникової системи зв'язку. Система диспетчерського управління, що завжди точно знає їхнє розташування, може скоротити їхню чисельність, підвищити ефективність використання, скоротити надлишковий персонал і устаткування ремонтників, вантажно-розвантажувальне устаткування, а також швидко змінити плани перевезень. Якщо в колишній системі плани перевезень могли переглядатися періодично, то після реінжиніринга за рахунок використання високопродуктивних комп'ютерних технологій, плани можуть бути переглянуті негайно і в міру необхідності.

У реальній СМ немає можливості безпосередньо спостерігати всі ТЗ, диспетчер взаємодіє з інформаційною моделлю ТМК.

2. Моделювання процесів у розподілених динамічних системах.

Теоретико-інформаційна модель повинна адекватно описувати функціонування як об'єкта управління — ТЗ і об'єктів транспортної мережі (ТМК), так і систему управління, що реалізує алгоритми управління. Це перша вимога до моделі. Модель повинна відображати не тільки процес супроводу рухомих об'єктів, але й давати гарантії якісних характеристик роботи, для чого необхідно для кожного об'єкта визначати параметри точності, надійності та запізнювання інформації. У цьому полягає друга вимога. У сукупності перша і друга вимоги можуть бути задоволеними на складній інформаційній модельній системі (або системі моделей).

Розглянемо можливі варіанти реалізації такої модельної системи, для чого зробимо її формальний опис. Нехай систему утворює сукупність таких елементів: простір S елементів ТМК, у якому локалізована система, множина транспортних засобів M , підпростір особливих точок $L < S$.

Простір S , загалом кажучи, може бути багатовимірним, але ми обмежимося завданням його на площині. Конфігурація S може бути довільною.

Множина M складається з підмножин M_i , які не перетинаються, $M = \bigcup_{i=1}^N M_i$, де

індекс i визначає тип транспортних засобів, що входять у M , число типів дорівнює N . Кожний елемент із M_i являє собою перелік $x_{ji} (j=1, 2, \dots, m_i)$

однотипних наборів характеристик. Кожний набір відповідає конкретному транспортному засобу, отже, номер засобу визначає пару індексів ij . В окремому випадку $i = 1$, тоді номер транспортного засобу дорівнює j . Не виключене встановлення взаємно однозначної відповідності $K \leftrightarrow ij$, при цьому

$$K = 1, 2, \dots, \sum_{i=1}^N m_i.$$

Підпростір L являє собою задану сукупність нерухомих точок у S . Кожна така точка є полюсом термінальної мережі, у ній встановлено термінали, через які інформація про систему надходить в термінальну мережу. Розглянемо можливі варіанти побудови структури моделі з метою вибору варіанта

моделювання, що адекватно відображає роботу системи. В основі побудови структури лежить засіб встановлення інформаційних зв'язків кожного елемента X_{ij} із M з елементами з L .

Перш за все розглянемо крайні випадки, які утворюють варіанти, що забезпечують мінімальну і максимальну інформацію про маршрути транспортних засобів. До ТЗ належать не всі засоби пересування, а тільки ті, що супроводжуються СМ. Це колони машин, маршрутні автобуси та інші засоби, зазначені в розкладах, особливо важливі, цінні і небезпечні вантажі, спеціально відзначені ТЗ.

Варіант I (мінімальний) можна вважати традиційним. Задається множина особливих (термінальних) точок. Звичайно вона включає початки маршрутів ТЗ і найбільш відвідувані точки з S , а також кінцеві точки маршрутів. У мережу передається час початку траєкторій для кожного (або групи) ТЗ, його маршрут і програма траєкторії (наприклад, середня швидкість), а також час прибуття в кінцеву точку маршруту. Інші дані про траєкторію обчислюються або прогнозуються.

Варіант II (максимальний). Організується зв'язок із кожним ТЗ за допомогою радіо або оптичних каналів і з певною дискретністю опитуються датчики або організується локація ТЗ.

Варіант III (максимальний). Точки множини L рівномірно розподіляються в S з такою дискретністю, що інформація про траєкторії ТЗ дає можливість відтворювати траєкторії цілком.

Варіант IV є проміжним між варіантом I і варіантом II.

Варіант V є проміжним між варіантами I і III.

Зрозуміло, що варіанти IV і V можуть мати досить велику кількість підваріантів.

Для розв'язання задачі вибору базового варіанта необхідно переглянути всі п'ять альтернатив, для чого зробимо їх попередній аналіз з урахуванням можливості і складності, а також очікуваних витрат при реалізації.

Варіант I найлегше реалізувати, але не він забезпечує достатньої інформативності. Не випадково він названий мінімальним, оскільки забезпечує отримання інформації тільки про початок траєкторії, іноді про її кінець — якщо запланований маршрут для ТЗ виконаний без відхилень. Тому не варто використовувати цей варіант як базовий, проте слід враховувати його характеристики для варіантів IV та V.

Варіант II вельми складний у реалізації і потребує дуже великих витрат на організацію зв'язку з кожним ТЗ (у практичних ситуаціях варто очікувати, що множина S значно міцніша за множину L). Крім того, для кожного ТЗ за таким варіантом потрібно вирішувати навігаційну задачу прив'язки до місцевості, що складно реалізувати технічно або потребує участі водія ТЗ, що знижує достовірність одержуваної інформації.

Варіант III в якісному відношенні не поступається варіанту II, але менш складно реалізований в технічному плані, оскільки точки з L жорстко прив'язані до точок із S , що не потребує вирішення навігаційних задач і дає змогу використовувати стаціонарні лінії зв'язку. Крім того, потужність L менша за потужність M , тому забезпечується можливість побудови термінальних пристроїв. Отже, якщо число точок у L забезпечується технічно, то варто прийняти цей варіант.

За тими ж ознаками, за якими порівнювалися варіанти II і III, варто визнати кращим варіант V. Оскільки варіант III є окремим випадком (підваріантом) варіанта V, варто вибрати варіант V як базовий і надалі використовувати на моделі його підваріанти, зокрема визначати потужність множини L та її відображення на простір S , який для конкретних цілей варто вибрати метричним.

Після вибору базового варіанта можна конкретизувати загальну схему моделі системи моніторингу рухомими ТЗ у деякому обмеженому регіоні. Сформулюємо задачу дослідження на моделі. Задано адміністративно-територіальний район (місто, область, республіка). На території району функціонують N типів транспортних засобів. Для спостереження за ними

створюється термінальна мережа, що включає обчислювальні центри, термінальні станції, сполучені магістральними і радіальними каналами передачі інформації. Задачею термінальної мережі є виконання моніторингу ТЗ для управління всіма ТЗ у районі, розташованими локально або розподіленими в районі. При такій постановці простір S може інтерпретуватися плоским графом. Ребра графа відображають транспортні комунікації. Полюси графа можуть відображати: перехрестя, початкові пункти маршрутів, кінцеві пункти маршрутів, пункти установки терміналів, пункти установки ОЦ.

Для аналізованої системи можна сформулювати множину різноманітних задач, але для цього варто визначити вихідні дані. Як такі можуть виступати різноманітні характеристики, але вихідними будуть пункти початку і закінчення маршрутів (пункти відправлення в часі необхідних і виконуваних вантажних потоків і пасажирських потоків для всіх кінцевих пунктів). Далі послідовно можуть бути сформульовані такі задачі: оптимальне прикріплення вантажоодержувачів і вантажовідправників; визначення оптимальної мережі комунікацій та їх пропускних спроможностей; визначення типів і кількості ТЗ, визначення маршрутів і графіків руху ТЗ, побудова системи моніторингу ТЗ, побудова інформаційно- обчислювальної мережі для забезпечення моніторингу. Наведена послідовність задач не збігається з послідовністю їх вирішування, багато задач можуть розв'язуватися паралельно, проте в зазначеній послідовності результати рішення i -ї задачі визначають вихідні дані для розв'язування $(i + 1)$ -ї задачі.

Вважаємо вирішеними усі задачі наведеного переліку, крім останньої (побудова СМ), для неї визначеними варто вважати такі вихідні дані:

- мережа комунікації з відомими пропускними спроможностями доріг;
- початкові й кінцеві пункти маршрутів і самих маршрутів для всіх типів ТЗ;
- приблизні тимчасові графіки маршрутів;
- необхідна точність і дискретність інформації про координати кожного ТЗ, припустимі затримки надходження даних;

- пункти видачі і форма видачі даних;
- необхідні обчислювальні ресурси та їх топологія або алгоритми обробки інформації і форма видачі результатів розв'язання задач.

Визначимо тепер цілі дослідження на моделі. Насамперед від термінальної мережі варто отримати інформацію про траєкторії всіх ТЗ із заданою точністю при визначеній структурі мережі, що відповідає варіанту V. За цим варіантом до множини L включаються деякі полюси мережі графа, що представляє простір S (графа S), або формуються в S нові полюси. Множина L має бути побудована так, щоб була забезпечена задана точність визначення координат будь-якої траєкторії, у будь-який (або заданий) момент часу. Пронумеруємо всі елементи L натуральним рядом чисел і покладемо, що потужність множини L дорівнює K ($k = 1, 2, \dots, K$). Тоді, якщо деякий ТЗ останнього разу був зафіксований k -ю точкою, то не можна зазначити напрямок руху ТЗ, якщо з i -ї точки виходить декілька ребер графа S . Тому максимальне віддалення між двома терміналами, з'єднаними ребром графа, визначає точність визначення координат. Але ця відстань (ΔS) не повинна бути дуже малою, інакше виникає надмірна надлишковість інформації і пов'язане з нею навантаження на канали передачі, збереження і перетворення інформації. Слід також зазначити, що на точність впливає час затримки інформації (τ_3) від моменту виконання виміру до моменту надходження інформації до пункту управління. Отже, величина затримки визначається взаємним розміщенням терміналів і пунктів обробки, а також способом передачі даних. Важливе значення мають також деякі технічні характеристики: засіб індикації ТЗ, ідентифікація ТЗ, надійнісні характеристики тощо. При розрахунках варто мати на увазі, що точнісні параметри повинні бути забезпечені при мінімальній вартості системи, обумовленої числом первинних датчиків та інших технічних пристроїв, алгоритмами обробки інформації. Таким чином, критерій оцінки альтернатив термінальної системи буде багатовимірним, складові його носять інформаційний характер. Ця обставина і визначає рівень моделі, використовуваної для розрахунку інформаційно-обчислювальної мережі.

Найзручніше використовувати модель теоретично-інформаційного рівня, що дає змогу описувати потоки інформації, передачу їх і збереження, точнісні характеристики і затримки. На моделях цього рівня добре досліджувати варіанти структур технічної реалізації систем управління, варіанти інформаційних структур і комунікацій, обчислювальні системи і ланки прийняття рішень, вхідними і вихідними характеристиками інформаційних систем і моделей є об'ємно-часові параметри (у нашому випадку ΔS і τ_z відповідних потоків інформації).

Звичайно інформаційна модель являє собою плоский граф, полюси якого відповідають інформаційним агрегатам із входами і виходами, а ребра відображають вхідні і вихідні потоки інформації, тому граф може бути напрямленим. Деякі полюси можуть бути тільки вхідними, деякі мають вихід, не замкнений на полюси графа. У такий спосіб задаються зв'язки між інформаційно-обчислювальною мережею і зовнішнім середовищем. Між парою конкретних полюсів може бути укладена множина ребер, що відображають як потоки інформації, так і інформаційні комунікації. Інформаційні моделі добре описують інтерфейси і функціонування людини-оператора в системі. В інформаційних моделях звичайно описуються агрегати таких типів: джерела інформації, перетворювачі (переробники) інформації, кодувальні пристрої (інтерфейси), виконавчі механізми. Ребра між цими агрегатами описують потоки інформації і комунікації. Модель теоретико-інформаційного рівня являє собою мережу і на ній зручно досліджувати інформаційно-обчислювальні мережі і процеси в них. Тому як модель для дослідження і розрахунку термінальної інформаційної мережі виберемо плоский багатозв'язний напрямлений граф, полюси якого підрозділяються на два типи: полюси транспортної системи (із множини S) і полюси інформаційної мережі (із множини L). Ребра графа також належать до двох типів: транспортної мережі — відповідні до транспортних комунікацій та інформаційної мережі — відповідні до каналів зв'язку. У різноманітних застосуваннях транспортна та

інформаційна мережі можуть розглядатися роздільно або як суперпозиція обох мереж, в обох випадках припускається роздільний опис мереж.

Розглянемо докладніше опис полюса графа транспортної мережі. З цього погляду важливо відзначити вузли початку і кінця маршрутів, кожний маршрут відображається ознакою «початок-кінець» і яким-небудь ідентифікатором. Кожний полюс транспортного графа G_t відзначається набором тріад, число яких дорівнює числу маршрутів. Кожна тріада містить ідентифікатори $\langle A, I, J \rangle$, де A — ознака, що приймає два значення: початок і кінець маршруту, I — тип ТЗ, J — номер ТЗ даного типу (або номер маршруту ТЗ i -го типу). Полюси транспортної мережі, що не є кінцем або початком маршруту, не містять жодної тріади у своєму описі. Полюси інформаційної мережі G_1 описуються одним або двома ідентифікаторами $\langle R, P \rangle$. Перший характеризує тип джерела інформації, другий — тип і характеристику пристрою обробки інформації. На рис. 1 наведено структуру інформаційної моделі транспортної мережі.

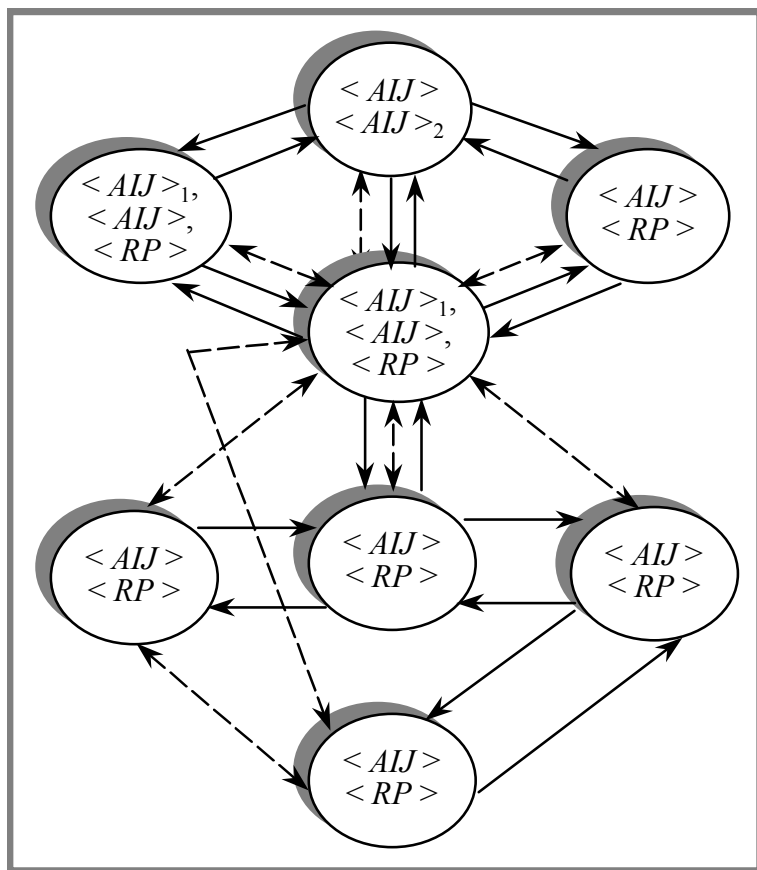


Рис. 1. Структура інформаційної моделі.

Однією суцільною лінією обведено полюси транспортної мережі, двома — полюси суміщеної транспортної та інформаційної мережі. Полюси інформаційної мережі автономно не розміщуються. Суцільними лініями показано транспортні комунікації, пунктиром — інформаційні. Полюс, що не має записів, відповідає транзитному транспортному вузлу. Один із вузлів інформаційної мережі (у центрі другий зверху), пов'язаний з усіма іншими полюсами G_1 — очевидно, пункт обробки інформації і, можливо, центр управління ТЗ. Про це повинно вказувати значення ідентифікатора P .

Нашою основною задачею розрахунок графа G_1 інформаційної мережі. При цьому виникають три окремі задачі: розрахунок і визначення топології графа G_1 ; розробка інформаційного і програмного забезпечення роботи інформаційної мережі та задача ефективного збереження і передачі інформації в мережі. Остання задача викликана тим, що умови забезпечення супроводу ТЗ потребують запам'ятання траєкторій ТЗ, а це зумовлює необхідність використання запам'ятовуючих пристроїв великого обсягу, оскільки при напружених потоках ТЗ потрібно буде зберігати про них досить великий обсяг інформації. Розв'язання трьох перелічених задач забезпечить роботу транспортної мережі.

3. Моделювання розподіленої системи моніторингу.

Інформаційна мережа повинна забезпечити одержування інформації про кожний ТЗ з деякою точністю і припустимим запізнюванням. Можна задати точність визначення координат траєкторії ТЗ різними способами: максимально-припустимою або середньоквадратичною помилкою визначення координат, розподілом імовірностей помилки визначення координат.

За будь-якого способу завдання точності визначення координат ця точність визначається: характеристиками первинного виявлення, величиною затримки від моменту визначення координат до моменту видачі їх, точністю представлення даних, характеристиками надійності роботи інформаційної

мережі. При цьому важлива вартість наданих даних. Розглянемо можливі способи первинного виявлення. Найлегше реалізується варіант виявлення ТЗ у полюсах інформаційної мережі людиною-оператором. При цьому точність супроводу траєкторії ТЗ визначається топологією полюсів інформаційної мережі і величиною затримки τ . Людина-оператор визначає ТЗ, ідентифікує його і вводить в мережу час проходження контрольної точки, інші розрахунки проводяться автоматично. Можна здійснювати й автоматичну індикацію, для цього на кожному ТЗ має бути встановлений мікроелектронний відповідач, що передає сигнал на запит в обмеженому радіусі (десятки метрів) на УКВ діапазоні. У відповідь на запит передається цифровий код номера ТЗ. Запитальні імпульси з певною періодичністю випромінюються в цьому ж діапазоні апаратурою зв'язку, встановленою на полюсі інформаційної мережі. Принципово алгоритм обробки інформації залишається точно таким, як і при роботі людини-оператора (час у систему вводиться таймером) у даному випадку. Вартість інформаційної мережі визначається кількістю полюсів інформаційної мережі, вартістю апаратури первинного вводу, передачі й обробки даних. При цьому варто враховувати перетворювачі інформації та накопичувачі її перед сеансами зв'язку. Точність визначення координат і величина затримки можуть бути обчислені за ІМ для реальних систем. Крім того, там відзначено близьку збіжність інформаційного критерію ІМ і критерію роботи виконавчої системи, для якої виробляється інформація, тому будемо використовувати цей критерій для досліджень на інформаційній моделі.

У період бурхливого розвитку інформаційних комп'ютерних технологій, підвищення їх якісних показників, здешевлення і мікромініатюризації обчислювальної техніки стало можливим підвищити вимоги до утворюваних обчислювальних систем і зняти низку традиційних обмежень щодо кількості розв'язуваних задач, обсягу початкових даних, ємності накопичувачів, топології розподілу засобів обчислювальної техніки.

За таких умов можна значно послабити обмеження на опис як моделі, так і самої модельованої системи. Для цього зручно розглядати ієрархію систем:

система управління об'єктом спостереження — об'єкт моніторингу — система моніторингу.

Початковою є система ТМК. Відносно ТМК її модель являє собою підпорядковану систему. Отже ієрархічний ланцюжок складає нерозгалужене дерево систем, кореневою вершиною якого є система управління ТМК, наступною – інформаційна мережа ТМК і потім система моніторингу. Рамки опису моделі зазначені в п. 6.2. Розглянемо спочатку опис взаємозв'язків перелічених трьох систем. Насамперед потрібно знати загальний критерій ефективності системи, задля якої будується досліджувана інформаційна термінальна мережа, і висувати вимоги системи з позиції забезпечення заданої області значень цього критерію. Такою системою є система управління ТЗ у регіоні. Дослідження і докладний опис такої системи управління виходить за рамки цієї роботи, тому обмежимося найзагальнішими положеннями.

Загальний опис функціонування системи управління має вигляд:

$$U(t)=U(X, Y, Z, W, t), (1)$$

де $U(t)$ – вектор керуючих впливів;

U – оператор, що виробляє керуючі впливи;

X - вектор, що описує траєкторію об'єкта управління у фазовому просторі;

Y – вектор мета управління (управління з боку системи вищого рівня);

Z - вектор зовнішніх збурень;

W - вектор, що описує стан ресурсів системи управління;

t - час.

Вектор $U(t)$, обумовлений виразом (1), описує закон зміни управління впливів системи і функціонування системи управління. Оператор U може бути реалізований управлінням ЕОМ або мережею ЕОМ, але він працює на основі одержуваної інформації про характер зміни у часі векторів X, Y, Z, W . Вектор Y описує команди зверхньої системи: зміну вантажопотоків і маршрутів, нові постачання, нові технології роботи ТЗ і т.п. Інформація про значення Y у часі

надходить до системи управління у вигляді потоку команд зверхньої організації.

Вектор Z описує зовнішні, переважно несприятливі і важко прогнозовані впливи: аварії ТЗ, ремонти комунікацій, вихід із ладу різноманітних технічних засобів, перебої у подачі палива і т.п. Ці впливи вводяться в систему управління у вигляді потоку інформації.

Значення вектора W визначає трудові, матеріальні, фінансові, інформаційні ресурси, що знаходяться в розпорядженні системи управління, характер витрати їх і поповнення. Значення цього вектора супроводжуються, поновлюються та актуалізуються в інформаційній базі системи управління. Якщо інформація про характер прямування векторів Y , Z , W надходить ззовні або формується в системі управління, то значення вектора X повинні визначатися спеціальною системою, за яку і пропонується використовувати СМ.

Таким чином, задачею СМ, призначеною для забезпечення ефективного функціонування системи управління при будь-якому критерії оцінки її роботи, є забезпечення оператора U інформацією, передусім про координати ТЗ, що представляють в основному об'єкт управління. Для системи потрібна інформація про індивідуальний ТЗ та інтегральні дані про систему ТЗ. Деякі дані про об'єкт управління (маршрути, вантажопотоки і т. п.) формуються всередині самої системи управління, але є дані, які не можуть бути отримані повністю всередині системи управління. Такими даними є значення координат ТЗ і характеристики інформаційних потоків про всі ТЗ системи.

Оцінками визначення координат об'єкта є: динамічна точність визначення координат ТЗ, під яким будемо визначати функцію щільності або функцію розподілу значень координат ТЗ. Припускаємо, що всі ТЗ регіону рухаються по транспортних комунікаціях, поперечні розміри яких (одиниці метрів) істотно не впливають на точність визначення координат, отже, ця точність визначається величиною розподілу вздовж курсу руху ТЗ, тому можна використовувати одномірні розподіли для оцінки точності визначення

координат ТЗ. Позначимо їх $f_i(x, t)$, де: i — номер ТЗ; x — значення координати ТЗ (відхилення від дійсного значення); t — час, від якого $f_i(x, t)$ залежить параметрично. Отже, значення f_i визначаються для фіксованих часових перетинів і функція є одномірною. У момент проходження ТЗ полюса інформаційної мережі або в момент фіксації координат $f_i(x, t)$ вироджується в δ -функцію, при цьому $t = 0$. Таким чином, значення t є індивідуальним для кожного i , інтегрувати по t можна кожну функцію f тільки окремо. При збільшенні t функція $f(x, t)$ деформується, «розпливається» у боки аж до такого моменту фіксації, коли вона знову вироджується в δ -функцію. Нехай період часу між фіксаціями позначено через τ . Значення τ індивідуальне не тільки для конкретного індексу i , але й залежить від попереднього полюса інформаційної мережі, оскільки відстані між полюсами не постійні, а швидкість ТЗ змінюється в часі, отже, можна говорити про значення $\tau_i(k)$, де i — номер ТЗ, k — номер полюса інформаційної мережі, до якого наближається ТЗ. Представлення функції $f(x, t)$ змінюється в точках переходу чергового полюсу. У моменти переходу $t = \tau_i(k)$ можливо покласти $t = 0$, при цьому $f(x, t)$ обертається на $\delta(t)$

функцію, причому $\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t) dt = 1$. Отже можна говорити про середнє значення

розподілу $f_i(x, t)$ або середні значення моментів цього розподілу. Вигляд функції f визначається величиною швидкості під час руху $V(t)$ при $0 < t < \tau_i(k)$, станом комунікацій (поворот, підйом), часом доби і року, метеоумовами, транспортною обстановкою тощо. Така множина випадкових чинників обумовлює вибір граничного нормального розподілу. Середнє значення точності обчислення координат $(\Delta \bar{S}_i)$ визначається інтегралом імовірності і потім інтегрується по t для визначення середнього значення:

$$\Delta S_i = \frac{1}{\tau_i(k)} \int_0^{\tau_i(k)} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} x f_i(x, t) dx \right] dt. \quad (2)$$

Аналогічно визначається дисперсія і середньоквадратична помилка:

$$D_i = \frac{1}{\tau_i(k)} \int_0^{\tau_i(k)} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 f_i(x, t) dx \right] dt, \quad (3)$$

$$\sigma_i = \frac{1}{\tau_i(k)} \int_0^{\tau_i(k)} \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 f_i(x, t) dx} dt. \quad (4)$$

Знайдемо конструктивний спосіб визначення щільності розподілу $f_i(x, t)$, яка є фундаментальною і початковою характеристикою точності. Введений до розгляду час t можна трактувати як затримку надходження інформації. Дійсно, в момент $t = 0$ відбувається вимірювання координат, а при $t > 0$ — їх використання, максимальна ж помилка має місце в момент $t = \tau_i(k)$. Для цього випадку виведено формулу для розрахунку функції розподілу

$F(x, t) = \int_{-\infty}^x f(y, t) dy$, яка має вигляд:

$$F(x, t) = \bar{F} \left[x - F(x, t) P_B \int_0^t U(z) dz \right], \quad (5.)$$

де: $f(x, t) = \frac{dF(x, t)}{dx} = F'(x, t)$;

\bar{F} — початковий розподіл $F(0, t)$;

P_B — імовірність $P[X > x]$ за умови, що в момент t $x - \Delta x = V(t)\Delta t \leq X < x$;

$V(t)$ — значення швидкості ТЗ у момент часу t .

Для отримання виразу $F(x, t)$, а отже, і щільності розподілу $f(x, t)$, необхідно задати початкову функцію розподілу $\bar{F}(x, t)$ і знайти значення ймовірності P_B , визначеної видом \bar{F} і гіпотезою руху ТЗ. Для вихідного

нормального розподілу вираз $F(x, t)$ у радикалах не розв'язується рішення і потрібно шукати чисельними наближеними методами.

Урахування надійності інформаційних характеристик на інформаційній моделі зручніше за все робити шляхом використання хибних тривог. Дійсно, маршрути ТЗ можуть бути неоднозначними; розгалуження транспортної мережі дають змогу обирати різноманітні шляхи. За цих умов варто встановити спроби супроводу на всіх можливих шляхах. Крім того, можливі збої і помилки в роботі технічних засобів і операторів, у каналах зв'язку і первинних вимірювачах. Джерелом ще однієї групи помилок можуть бути самі ТЗ. Можливі зупинки в дорозі (поломки, інші суб'єктивні причини) ведуть до появи розривів у траєкторіях і зав'язування помилкових траєкторій. Ті ж наслідки виникають через відхилення від регламентованої транспортної мережі і вихід за її межі, при цьому порушуються контакти з інформаційною мережею, оскільки її полюси не можуть перебувати за межами транспортної мережі. Наявність хибних тривог замість двох подій у СМ (виявлення ТЗ та його невиявлення) веде до появи чотирьох можливих виходів.

1. У зоні дії системи виявлення в полюсах ТМК знаходиться ТЗ і виявляється з імовірністю P_1 :

$$P_1 = [P_{\text{обн}} + (1 - P_{\text{обн}})P_{\text{лт}}] P_{\text{вх}},$$

де: $P_{\text{обн}}$ — можливість спрацювання первинного вимірювача і видача координат ТЗ при його проходженні зони виявлення (видимості для людини-оператора);

$P_{\text{лт}}$ — можливість хибної тривоги;

$P_{\text{вх}}$ — можливість входу ТЗ до зони виявлення.

2. У зоні дії проходить ТЗ і не виявляється з імовірністю P_2 :

$$P_2 = (1 - P_{\text{обн}})(1 - P_{\text{лт}})P_{\text{вх}}.$$

3. У зоні дії ТЗ не з'являється і не виявляється з імовірністю P_3 :

$$P_3 = (1 - P_{\text{вх}})(1 - P_{\text{лт}}).$$

4. У зоні дії ТЗ не з'являється, не видається сигнал виявлення з імовірністю P_4 :

$$P_4 = (1 - P_{\text{вх}})P_{\text{лт}}.$$

Оскільки наведені чотири події складають повну групу, то, з одного боку,

$$\sum_{i=1}^4 P_i = 1,$$

з іншого боку, на групі подій можна обчислити ІМ. Запропонована модель дає змогу оцінити кількісно вплив на величину ІМ значень імовірностей $P_{\text{вк}}$ і $P_{\text{лт}}$ і порівняти їх значимість із точністю виявлення координат і величиною запізнювання (або дискретності вимірів координат). Проте ця модель являє собою найпростіший випадок. Дійсно, можна використовувати теоретико-інформаційну модель складної системи, де зазначені чотири події складають перший поверх графа розрахунку ІМ. Другий поверх може бути складений з типів ТЗ, на третьому поверсі можуть бути деталізовані конкретні полюси ІМ і, нарешті, на четвертому поверсі — конкретні номери ТЗ (можна продовжити граф, розглядаючи різноманітні типи вимірювачів тощо). Модель складної системи приведе до значного кількісного збільшення ІМ і дасть об'єктивніше її значення, що наближається до оцінки цінності інформації, проте не можна не враховувати різке збільшення складності моделювання і розрахунків. Тому для одержання якісних висновків доцільно обмежитися максимально простими моделями, якщо вони достатні для цього.

Для наведеної повної групи подій за наявності хибних тривог у результаті виявлення ТЗ утворюється середня кількість інформації (ІМ), що дорівнює:

$$\begin{aligned} I = P_{\text{вк}} \{ [P_{\text{обн}} + (1 - P_{\text{обн}})P_{\text{лт}}] \log_2 [P_{\text{обн}} + (1 - P_{\text{обн}})P_{\text{лт}}] + \\ + (1 - P_{\text{обн}})(1 - P_{\text{лт}}) \log_2 (1 - P_{\text{обн}}) \} + (1 - P_{\text{вк}})P_{\text{лт}} \log_2 P_{\text{лт}} - \\ - \{ P_{\text{вк}}P_{\text{обн}}(1 - P_{\text{вк}}) \log_2 [P_{\text{вк}}P_{\text{обн}}(1 - P_{\text{лт}}) + P_{\text{лт}}] \} - \\ - (1 - P_{\text{лт}})(1 - P_{\text{вк}}P_{\text{обн}}) \log_2 (1 - P_{\text{вк}}P_{\text{обн}}) \end{aligned} \quad (6)$$

Для якісного аналізу впливу хибних тривог на значення ІМ на рис. 2 наведено графіки залежності $I = \varphi(P_{\text{обн}})$ при $P_{\text{вк}} = 0,01$ та різноманітних $P_{\text{лт}}$.

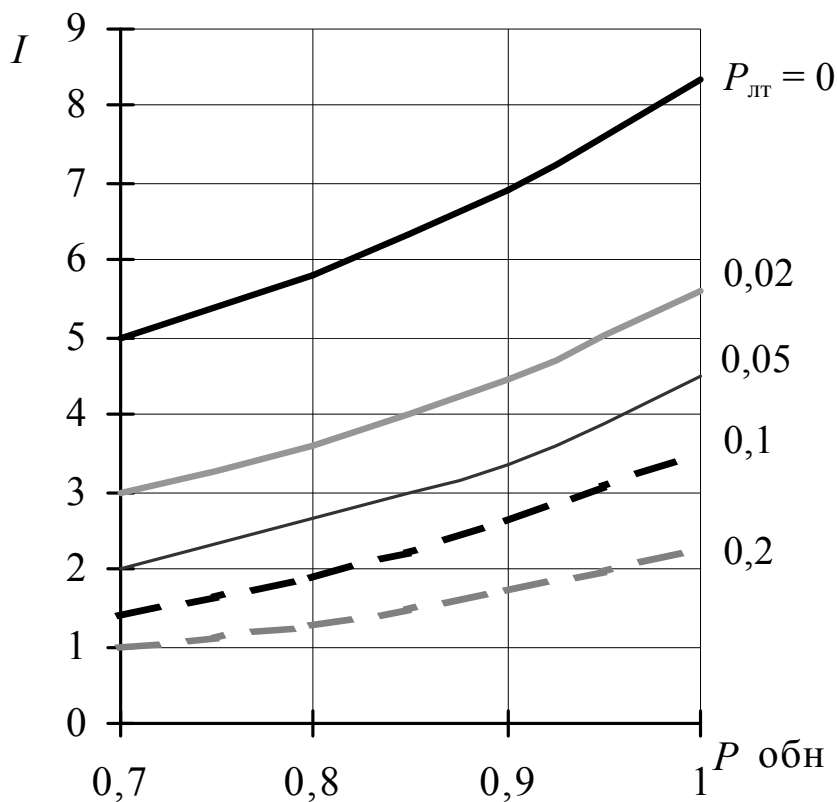


Рис. 2. Графік залежності $I = \varphi(P_{обн})$.

Значення I обчислені у відносних одиницях за формулою (6). Аналіз графіків показує дуже сильний негативний вплив на значення ІМ імовірності хибної тривоги. Так, при $P_{лт} = 0,05$ вона знижується більш як удвічі, а при $P_{лт} = 0,2$ — у 4—5 разів. Це еквівалентно збільшенню середньоквадратичної помилки (тобто зниженню точності) більш як у 10 разів, оскільки ентропія при визначенні координат для нормального закону:

$$H_H = \ln(k\sigma_H), \quad (7)$$

де: k — константа;

σ_H — середньоквадратична похибка вимірювання координат;

H_H — ентропія після вимірювання координат при нормально розподіленій помилці з параметром σ_H .

Можна аналогічно дослідити наслідки помилкової індикації ТЗ — неправильне визначення типу або номера ТЗ. Як і у випадку хибної тривоги, тут

ми маємо справу з дезінформацією (одержання неправильної або помилкової інформації), яка знищує корисну інформацію і значно несприятливіше впливає на показники СМ, ніж недотримання або неповне отримання інформації. Звідси впливає висновок про необхідність при побудові СМ насамперед захистити її від хибних тривог і помилок при одержанні первинних даних.

Ми розглянули способи описування за допомогою ІМ різноманітних варіантів визначення координати ТЗ із різноманітною точністю, котра залежить від ступеня віддаленості полюсів ІМ, яка визначає час запізнювання t , що входить до алгоритму визначення ІМ. Крім того, отримано залежність ІМ від величини хибної тривоги. Тепер потрібно дати загальне визначення ІМ з урахуванням усіх характеристик, для чого звернемося до моделі складної системи й представленню ІМ у вигляді дерева. При цьому його кількісне значення визначається рекурсивним застосуванням формули (3.3). Адитивність інформаційної міри дає змогу спрощувати розрахункові алгоритми для складних систем, зводячи розрахунок складності до операцій алгебраїчного додавання. У якості ІМ при розрахунках на моделі використовується середня кількість інформації, яка залежить від точності, затримки і надійності визначення координат, одержується СМ про ТЗ і видається системі управління. Класичним способом визначення середньої кількості інформації є обчислення різниці між апіорною (H_1) і апостеріорною (H_2) ентропією. Саме такий спосіб розрахунку і передбачається використовувати при визначенні ІМ. Крім того, для спрощення розрахунків будемо використовувати і метод інформаційної подібності.

Взагалі кажучи, повне дерево визначення ІМ повинно включати три групи поверхів: перша група — для визначення впливу $P_{\text{лт}}$, друга — для визначення впливу точності виявлення, третя — для розрахунку ентропії, що викликається затримкою. Але для спрощення розрахунків не слід без достатніх причин збільшувати число поверхів. Так, наведені значення розрахунків впливу хибних тривог були використані для якісних висновків, при розрахунку кількісного значення ІМ ними можна іноді нехтувати, що звільняє нас від

побудови першої групи поверхів моделі. Як бачимо з викладеного, точність і затримка, зведені до однієї формульної залежності, дають змогу об'єднати поверхи другої і третьої групи на графі. За формулою (5) можна обчислити результуючу щільність розподілу ймовірності помилки визначення координат $f_i(x, t)$ для ТЗ з урахуванням часу затримки. Для обчислення ІМ слід визначити апіорну та апостеріорну ентропію.

У момент визначення координат ТЗ у точці полюса ІМ затримка дорівнює $t = 0$, величина похибки визначення координат вимірюється у метрах і нею можна нехтувати. Тому можна вважати, що при $t = 0$ $f(x, t)$ вироджується в δ -функцію і $H_2 = 0$. Потім, з наближенням ТЗ до наступної точки полюса ІМ, ентропія зростає до граничного значення, обчислюваного при $t = \tau_i(k)$, після чого процес повторюється. Характер величини зміни ентропії ТЗ на маршруті руху наведено на рис. 3.

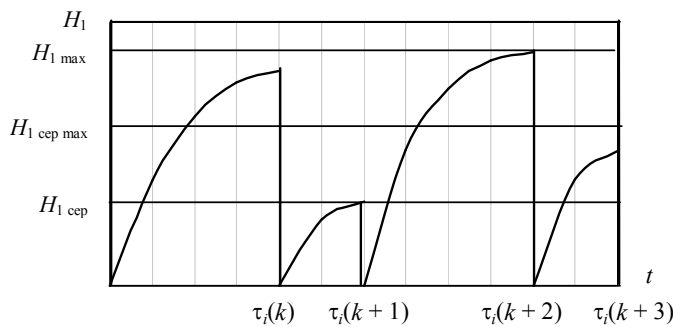


Рис.3. Характер зміни апіорної ентропії визначення координат ТЗ.

Ентропія H_1 зростає до точки проходження полюса ІМ, де вона знижується до $H_2 = 0$. У розрахунках можна використовувати середнє значення ентропії $H_{1\text{ сер}}$ (залежно від критерію управління), максимальне значення $H_{1\text{ max}}$ і середнє максимальних значень $H_{i\text{ сер max}}$. Значення $I_i(k)$, де i — номер ТЗ, k — номер полюса ІМ, визначається формулою:

$$I_{ik}(k) = \int_0^{\varphi_1(t)} \left[\frac{dF(x, t)}{dx} \right] \log_2 \left[\frac{dF(x, t)}{dt} \right] dx;$$

межа інтегрування $\varphi_1(t)$ знаходиться з умови нормування

$$F(x, t) = 1, (8)$$

причому $\varphi_1(t)$ дорівнює кореню рівняння (8).

Наведені вище розрахункові співвідношення стосуються визначення ІМ і вхідних до неї величин для індивідуального ТЗ. Проте для деяких розрахунків можуть знадобитись інтегральні властивості і величини ІМ для окремих маршрутів, типів і об'єкта управління регіоном в цілому. Такі обчислення можуть проводитися для розрахунку пропускнуої спроможності каналів зв'язку, обсягів запам'ятовуючих пристроїв, продуктивності елементів інформаційної мережі і, нарешті, для вибору технічних засобів (наприклад, термінального устаткування). Виконати розрахунки не складає труднощів, з огляду на властивість адитивності ІМ, потрібно тільки визначити індекси підсумовування та обчислити інтегральну I_{INt} оцінку у вигляді суми:

$$I_{INt} = \sum_{ik} I_i(k).$$

За таким же принципом розраховуються вартісні оцінки реалізації інформаційної мережі.

4. Алгоритми розрахунку основних параметрів системи моніторингу.

Визначивши основні алгоритми розрахунку характеристик інформаційної мережі системи моніторингу, деталізуємо розрахункові схеми, наведемо способи підготовки даних, а головне, технологічну схему розрахунків. Отже, розглянемо послідовність основних операцій при використанні інформаційної моделі.

I. Визначення і підготовка початкових даних для розрахунків.

Насамперед має бути зазначений регіон, у якому розміщується транспортна і накладена на неї інформаційна мережа, а також вказані задачі і цілі управління або специфікації завдання для СМ і базовий варіант побудови інформаційної мережі СМ. Далі вважатимемо, що базовим задано варіант V. Термінальна інформаційна мережа повинна забезпечити видачу на єдиний заданий локальний центр управління (або групу центрів) координат ТЗ по заданому з

визначеною дискретністю списку супроводжуваних номерів ТЗ, по яких має видаватися інформація. Ця операція необхідна для виділення керованих ТЗ, крім того, можливе комплексування засобів та організація їх у колону, яку можуть представляти обмежене число виділених у ній засобів, наприклад головний в колоні ТЗ. Список номерів необхідно сформувати в для організації супроводу по маршрутах і траєкторіях. В інформаційній мережі СМ мають бути зазначені: номери маршрутів, типи ТЗ на них, точки (полюси) початку і кінця маршрутів, самі маршрути (координати проміжних полюсів транспортної мережі), максимальна кількість ТЗ на маршруті, передбачуваний розподіл значень швидкостей руху на кожному маршруті, максимальна або середньоквадратична помилка визначення координат ТЗ для кожного маршруту. У кожному полюсі мережі СМ у пам'яті комп'ютера термінальної станції мають бути перелік маршрутів і всі дані про маршрут на кінцевому і початковому полюсах маршруту, для чого необхідно забезпечити обсяг пам'яті V_t^i де:

$$V_t^i = \sum_{\Omega_i} V^i,$$

де: i — номер полюса;

Ω_i — множина початкових і кінцевих точок маршрутів в i -му полюсі;

V^i — обсяг пам'яті для запису інформації про початкову або кінцеву точку маршруту.

Для проміжних точок маршрутів (поліусів) має бути забезпечений для кожного маршруту обсяг пам'яті V_p^i :

$$V_p^i = \sum_{w_i} \bar{V}^i,$$

де V^i і \bar{V}^i мають той самий зміст, що й Ω_i та V^i , але для проміжних полюсів маршрутів.

На відміну від V^i , який повинен забезпечити збереження інформації про маршрут у цілому і для всіх ТЗ маршруту дані про траєкторію, \bar{V}^i забезпечує

збереження номерів ТЗ для кожного маршруту для ідентифікації. Якщо супровід ТЗ маршрутів організовано централізовано, то для всіх маршрутів обсяги пам'яті V_i^i забезпечуються в центрі обробки. Наближені розрахунки показують, що для всіх маршрутів великого регіону (області) V_i^i складе сотні тисяч — мільйони байтів, що потребує установки в центрі обробки ЕОМ великої або середньої продуктивності.

За наявності декількох центрів обробки за кожним із них закріплюються супроводжувані в ньому маршрути і вся інформація надходить до відповідного центру.

Полюси мережі забезпечують видачу на центри обробки координат супроводжуваних ТЗ або самі ведуть траєкторії окремих ТЗ (по закріплених номерах) або всі траєкторії ТЗ маршруту або маршрутів.

II. Визначення топології інформаційної мережі. При базовому варіанті номер V алгоритм визначення координат включає такі основні процедури. У момент проходження чергової точки полюса вважається, що координати визначені з нульовою помилкою і фіксується індивідуальний час локації для даного ТЗ $t = 0$. За належністю до маршруту визначається наступний полюс проходження й уздовж комунікації (транспортної) до нього проводиться вісь координат. При $t > 0$ координата i -го ТЗ j -го маршруту обчислюється за формулою:

$$x_{ij} = X_{ik} + V_j,$$

де: x_{ij} — координата ТЗ у момент t ;

X_{ik} — точка стояння останнього пройденого полюса ІМ;

V_j — передбачувана швидкість руху на j -му маршруті.

Реальне місце розташування x_{ij} буде відмінним від розрахункового із зазначених у 3 причин на величину Δx , що дорівнює:

$$\Delta x = \left| x_{ij} - \bar{x}_{ij} \right| = X_{ik} + V_j t - X_{ik} - \int_0^t \bar{V}(z) dz = V_j t - \int_0^t \bar{V}(z) dz. \quad (9)$$

З виразу (9) випливає, що Δx пропорційне значенню верхньої межі інтегрування, яке змінюється в інтервалі $0 \leq t \leq \tau_{i,k}$. Оскільки $\tau_{i,k}$ — це час проходження ТЗ відстані між k -им і $(k+1)$ -им полюсами ТЗ, то:

$$\tau_{i,k} = \frac{\Delta S_K}{V_j}, \quad (10)$$

де ΔS_K — шлях ТЗ від k -го до $(k+1)$ -го полюса.

Обчислимо припустиме значення ΔS , рівне максимальній відстані між полюсами інформаційної мережі, при якому помилка визначення координат не перевищить регламентованого системою управління об'єкта значення. Розрахунки можна робити способами, які використовують критерії, що виходять із:

- умови неперевикнення максимальної величини помилки ΔL ;
- умови неперевикнення середньоквадратичної помилки $\sigma(L)$.

Для того, щоб зрозуміти різницю між цими способами, варто звернутися до рис. 3. З нього, зокрема, випливає, що максимальна ентропія координат ТЗ відповідає $t = \tau_i(k)$, а оскільки за формулою (6.7) $H = \ln K\sigma$ і для нормального закону можна прийняти $\Delta L = 3\sigma$, то максимальне значення ΔL утворюється при $t = \tau_i(k)$. Для визначення σ_{\max} знайдемо вираз для закону розподілу $f(x, t)$. Набагато простіше і зручніше в даному випадку використовувати метод інформаційної подібності. За цим методом для розрахунку точності визначення координат ТЗ прирівнюються апостеріорні ентропії визначення координат для різних законів розподілу та обчислюється середньоквадратична помилка одного розподілу через середньоквадратичну помилку іншого розподілу. Так, якщо прийняти нормальний розподіл із нульовим математичним сподіванням і середньоквадратичною помилкою σ , то апостеріорна ентропія H_2^H дорівнюватиме

$$H_2^H = \int_{-\infty}^{+\infty} f_H(x) \log_2 [f_H(x)] dx, \quad (11)$$

при цьому вважаємо $\Delta x = 1$, що не має значення при використанні методу інформаційної подібності. У формулі (11) $f_n(x)$ — щільність розподілу нормального закону дорівнює $\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}}$.

Інтегруючи, знаходимо

$$H_2^H = M \left[\log_2(\sqrt{2\pi}\sigma) + \frac{1}{2} \log_2 e \right] = \log_2(\sqrt{2\pi}e\sigma),$$

Звідки $H_2^H = \log_2 K_H \sigma$; $K_H = 2,07$.

За порівнюваний вибираємо рівномірний розподіл, для якого щільність

$$f_p(x) = \frac{1}{a},$$

а апостеріорна ентропія H_2^P

$$H_2^P = M \left[-\frac{1}{a} \log_2 \frac{1}{a} \right] = \log_2 a.$$

У той же час дисперсія випадкової величини дорівнює

$$D = \int_0^a x^2 \frac{1}{a} dx = \frac{1}{3} a^2,$$

звідки середньоквадратична помилка

$$\sigma_P = \frac{a}{\sqrt{3}} \text{ і } H_2^P = \log_2 K_P \sigma_P,$$

де $K_P = \sqrt{3} = 1,73$.

Реалізація методу інформаційної подібності означає виконання наведеної нижче послідовності обчислень.

I. Для рівномірного закону розподілу середньоквадратична помилка визначається у такий спосіб:

У формулі (6.5) при рівномірному законі $P_\theta = 0,5$, отже:

$$F(x, t) = \frac{1}{a} \left[x - \frac{F(x, t)}{2} \int_0^t V(z) dz \right]$$

або, розв'язуючи відносно $F(x, t)$:

$$F(x, t) = \frac{x}{R + \frac{1}{2} \int_0^t V(z) dz} \quad (12)$$

При русі між полюсами мережі інформація про значення величини швидкості ТЗ не надходить, тому можна вважати її постійною і рівною середній швидкості руху V (іншої можливості усе рівно немає). Тому при $V = \text{const}$ формула (6.12) спрощується до вигляду

$$F(x, t) = \frac{2x}{2a + Vt}.$$

Інакше кажучи, характер закону розподілу при $t > 0$ не змінюється, але за час $t = \tau_i(k)$ його параметр стає рівним $a + \frac{Vt}{2}$. Якщо в момент часу $t = 0$ $a \approx 0$,

то в момент $t = \tau_{i,k}$ $a(t) = \frac{Vt}{2}$.

II. Визначається еквівалентна середньоквадратична помилка σ для нормального розподілу зі співвідношення $K_P \sigma_P = K_H \sigma$, звідки $\sigma = \frac{K_P \sigma_P}{K_H}$.

З огляду на значення K_P , K_H і σ_P отримуємо

$$\sigma = \frac{Vt \cdot 1,73}{2 \cdot 2,07} \quad (13)$$

При максимальній величині помилки визначення координат ТЗ $\Delta L = 3\sigma$ і, вважаючи $t = \tau_{i,k}$, із співвідношення (13), одержуємо:

$$\tau_{i,k} = \frac{2 \cdot 2,07}{3 \cdot 1,73V}.$$

Відстань між двома полюсами визначається при відході від одного полюса і підході до іншого полюса, тому помилка визначення координат подвоюється. З урахуванням цього

$$\tau_{i,k} = 2 \frac{2 \cdot 2,07}{3 \cdot 1,73V} = 1,6 \frac{1}{V}. \quad (14)$$

Визначення $t = \tau_{i,k}$ робимо, зважаючи на мінімальну швидкість руху пішохода, рівну 5 км/год , при цьому $\tau_{i,k} = \frac{1,6}{5} = 0,32 \text{ год}$.

Відстань між полюсами інформаційної мережі СМ знаходимо за формулою (10) з урахуванням $t = \tau_{i,k}$, але при цьому виходимо з максимальної швидкості руху ТЗ, рівної 60 км/год , при цьому $\Delta S = 60 \cdot 0,32 = 18,6 \text{ км}$. Округлюючи отримане значення, приймаємо $\Delta S = 20 \text{ км}$. Значення ΔS є основним параметром топології ІМ СМ.

III. Визначення інших параметрів мережі зв'язано з розкидом параметрів руху різних ТЗ, за які виступають швидкість руху, дисципліна проходження траси, зокрема зупинки на ній, і т. п. Можна порушити питання і про розрахунок для різних ТЗ. Ці розрахунки робляться також за формулою (14), але можуть бути обґрунтовані вимоги щодо швидкості руху, обмеження на час стоянок, тому що при $\tau_{ik} > \tau_{gon}$ (де τ_{gon} визначається алгоритмом формування траєкторій ТЗ) відбувається обрив траси конкретного ТЗ із видачею сигналу про це. Рух ТЗ із перервою, що перевищує τ_{gon} , веде до появи або помилкової, або неопізнаної траєкторії. Величина ΔS_k для різних ТЗ і режимів руху не буде постійною, тому можна ставити і задачі визначення ΔS_{\max} або будувати залежності $\Delta S = f(V)$, або будувати ймовірнісні описи для ΔS . З цих описів можливо одержати додаткові розрахунки для конкретних мереж.

IV. Визначення ресурсів пам'яті для завдання параметрів ТЗ. Спосіб завдання параметрів ТЗ необхідно встановити єдиним для всієї мережі регіону і для всіх полюсів для сумісності інформаційного забезпечення і можливості єдиної обробки інформації в усій мережі. Кожний ТЗ описується тріадою $\langle A, I, J \rangle$, додатково можуть бути зазначені швидкісні та інші характеристики маршруту: пункти зупинок, місця зупинок та їх тимчасовий опис. Якщо для кожного ТЗ обмежитися збереженням зазначеної тріади, то по наближених оцінках для запису A потрібно один байт, для запису I — два байти (двозначне

число) і для запису J для великого регіону потрібно не менше 4—5 байт. Таким чином, використовуючи рівномірний код для кожного ТЗ, необхідно забезпечити 6—7 байт, не рахуючи даних про маршрути, однак дані про маршрут набагато перевищують таку оцінку (її буде наведено нижче). Якщо у великому регіоні використовується до 10 000 ТЗ, то загальна пам'ять для запису їхніх характеристик складе сотні кілобайтів. Насправді така витрата утворюється при централізації всієї інформації в пункті управління. Реально обробку інформації зручно розподілити по мережі, при цьому неодмінно виникає надлишковість, оскільки дані про ті самі ТЗ зберігаються в багатьох полюсах, що знаходяться на маршруті. Конкретні розрахунки легко виконуються у випадку завдання конкретної мережі.

V. Моделювання та алгоритмізація процесу супроводу. Визначення маршрутів транспортної мережі дозволяє координати рухомих ТЗ задавати в лінійній координаті x . Питання супроводу рухомих ТЗ вже розглядалися в літературі. Перш за все, необхідно визначення кожного ТЗ і його характеристик, в тому числі: N - число всіх контрольних точок маршрута; $\{J\}$ - номер всіх вузлів транспортної мережі, через які проходить маршрут; $\{t_{1j}, t_{2j}, t_{3j}\}$ - розрахований (прогнозуємий) час прибуття, перебування, відправлення для кожного вузла маршруту; $\{\overline{t_{1j}}, \overline{t_{2j}}, \overline{t_{3j}}\}$ - фактичний час прибуття, перебування, відправлення для кожного вузла маршруту; $\{S_j\}$ - характеристики операцій, проведених з ТЗ в кожному вузлі маршрута, таким чином для кожного ТЗ в пам'яті СМ зберігається інформація $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, N, \{J\}, \{t_{1j}, t_{2j}, t_{3j}\}, \{\overline{t_{1j}}, \overline{t_{2j}}, \overline{t_{3j}}\}, \{S_j\}$. система моніторингу по кожному запиту на кожний ТЗ видає інформацію $[x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, x_{4i}, x_{5i}, x_{6i}]$,

де i - ідентифікаційний номер ТЗ;

x_1 - ідентифікатор ТЗ (державний номер);

x_2 - ідентифікатор початкового пункту маршруту;

x_3 - ідентифікатор пункту призначення;

x_4 - характеристика ТЗ;

x_5 - номер останнього полюса мережі;

x_6 - дата відправлення.

По конкретному запиту можуть видаватися і решта характеристик ТЗ.

Отже в отриманій моделі враховується широкий спектр чинників, які збурюють хід перевізного процесу впливають на нього, що дає змогу з досить високим ступенем точності прогнозувати час проходження рухомою одиницею маршруту і прибуття її в пункт призначення.

Наведена характеристика вихідного слова про конкретний ТЗ перебільшує 30 реквізитів. Якщо СМ супроводжує до 10 000 ТЗ і кожний реквізит вимагає для свого розміщення 2—3 байти, то загальний обсяг збереженої в СМ інформації тільки про траєкторію ТЗ може бути більше 106 байтів. У кожному полюсі для обслуговування СМ необхідна ЕОМ. З огляду на те, що обробка інформації обмежена нескладними алгоритмами, доцільно ЕОМ у термінальних вузлах (крім центральних) зробити спеціалізованими, які мають обмежений набір команд. Це значно зменшить вартість побудови СМ. З огляду на те, що в пам'яті необхідно зберігати значний обсяг даних про кожний ТЗ, вартість запам'ятовуючих пристроїв складає основну частину вартості ЕОМ, а число необхідних для мережі ЕОМ вимірюється тисячами, доцільно розглянути проблему ущільнення запису інформації в пам'яті ЕОМ. Вирішення цієї проблеми дасть змогу в декілька разів знизити вартість створення і функціонування СМ.

Лекція 8. Використання систем моніторингу при розв'язанні прикладних задач в економіці.

- 1. Моніторинг в системах економічного контролінгу.**
- 2. Моніторинг в управлінні банківською діяльністю.**
- 3. Моніторинг процесу реструктуризації підприємства.**
- 4. Моніторинг у маркетингу.**

1. Моніторинг в системах економічного контролінгу.

Системи моніторингу, виконуючи функції інформаційного забезпечення керування економічними об'єктами, виконують цю функцію і для реалізації контролю. У останні роки в практиці країн із розвинутою ринковою економікою широке поширення одержала нова прогресивна комплексна система внутрішнього контролю, що організується у фірмах, яка називається “контролінг”. Система контролінгу складає найважливішу частину менеджменту підприємства, основна інформація в систему надходить про фінансові параметри, тому по своїй сутності контролінг - це система фінансового контролю. У загальній системі контролінгу фінансовий контролінг являє собою систему, що забезпечує концентрацію контрольних дій на найбільш пріоритетних напрямках фінансової діяльності підприємства, своєчасне відхилення фактичних її результатів від передбачуваних планами і прийняття оперативних управлінських рішень, що забезпечують її нормалізацію.

Концепція контролінга була розроблена в 80-і роки минулого сторіччя як засіб активного запобігання кризових ситуацій, що приводять підприємство до банкрутства. Принципом цієї концепції, що одержала назву “керування по відхиленням”, є оперативне порівняння основних планових (нормативних) і фактичних показників із метою виявлення відхилень між ними і визначення взаємозв'язку і взаємозалежності цих відхилень на підприємстві з метою впливу на узлові чинники нормалізації діяльності.

Системи контролінгу реалізуються на використанні властивостей систем моніторингу, причому властивості СМ використовуються в повному об'ємі. Це

ж положення можна представити інакше: функції контролінга можуть бути виконані тільки засобами СМ. Тому системи контролінгу можна трактувати як різновид або окремий клас СМ.

Системи контролінгу, виконуючи функції спостереження і підтримки рівня ефективності функціонування економічних об'єктів застосовуються для будь-яких систем, будь-якої об'єктної області і масштабу, таким чином характер можливості використання СК носить загальний характер. Тому будемо розглядати СК як клас СМ.

Основними принципами побудови системи контролінгу є:

- спрямованість системи контролінгу на реалізацію стратегії розвитку підприємства. Він повинен носити стратегічний характер, тобто відбивати основні стратегічні пріоритети розвитку підприємства. Це визначає цілеспрямованість контролю й обмеження числа контрольованих параметрів, щоб не відривати увагу і ресурси від найважливіших і пріоритетних цілей розвитку підприємства;

- багатофункціональність контролінгу. Він повинний забезпечити контроль пріоритетних показників не тільки в цілому по підприємству, але і по окремим центрам відповідальності, можливість порівняння контрольованих показників із середньогалузевими і взаємозв'язок контрольованих показників з іншими найважливішими показниками господарської діяльності підприємства;

- орієнтація контролінгу на використання кількісних стандартів. Поряд з оцінкою якісних аспектів, велика увага приділяється використанню кількісних значень, що робить однозначним їхнє тлумачення;

- відповідність методів фінансового контролінгу специфіці методів фінансового аналізу і фінансового планування. Для контролінгу застосовуються конкретні показники фінансового аналізу і планування;

- своєчасність операцій контролінгу. Своєчасність полягає не у високій частоті здійснення контрольних функцій, а у відповідності періодів контрольних дій із періодами здійснення операцій, пов'язаних із формуванням результатів діяльності підприємства. Головна умова своєчасності контролінгу

полягає в тому, що він повинний носити характер “раннього попередження кризового розвитку”, що дозволить усунути поточні відхилення раніш, ніж він прийме серйозний характер;

— гнучкість побудови контролінгу. Внутрішня система контролінгу повинна бути побудована з обліком можливості пристосування до нових фінансових інструментів, до нових норм і видів здійснення операційної, інвестиційної і фінансової діяльності; до нових технологій і методом здійснення фінансових операцій;

— простота побудови системи контролінгу. Побудова системи контролінгу відповідно до цілей підприємства буде зрозуміло менеджерам. Надмірна складність системи може бути не зрозумілою і не підтриманою операторами, а також вимагати додаткових потоків інформації для своєї роботи;

— економічність контролінгу. Витрати по здійсненню контролінгу повинні бути мінімізовані і не перевищувати розмір принесеного ефекту (зниження витрат, приріст доходів, прибуток).

Основними функціями фінансового контролінгу є:

— спостереження за ходом реалізації фінансових завдань, встановлених системою планових показників і нормативів;

— виявлення ступеня відхилення фактичних результатів фінансової діяльності від передбачених;

— діагностування по розмірам відхилень серйозних погіршень у фінансовому стані підприємства й істотного зниження темпів його розвитку;

— розробка оперативних управлінських рішень по нормалізації фінансової діяльності підприємства відповідно до передбачуваних цілями і показниками;

— коригування при необхідності окремих цілей і показників у зв'язку зі зміною в зовнішньому середовищі, кон'юктури ринку і внутрішніх умов здійснення господарської діяльності підприємства.

Як випливає з розгляду передбачених функцій контролінгу, він виконує не тільки контролюючі, але і регулюючі дії, спрямовані на нормалізацію функціонування підприємства.

З обліком перерахованих принципів функцій побудови системи контролінгу підприємства сформулюємо основні етапи побудови системи.

1. Визначення об'єкта контролінгу. Основним об'єктом контролінгу є управлінські рішення по основним аспектам діяльності підприємства і результати його операційної діяльності в планових періодах.

2. Визначення діяльності і сфери контролінгу. Основними видами контролінгу є: стратегічний, поточний і оперативний контролінг. Основні характеристики видів контролінга показані в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристики видів контролінгу

Види контролінга	Основна сфера контролінгу	Основний контрольований період
1. Статистичний контролінг	Контроль фінансової стратегії і її цільових показників	Квартал; рік.
2. Поточний контролінг	Контроль поточних фінансових планів	Місяць; квартал.
3. Оперативний контролінг	Контроль бюджетів	День, декада, місяць

3. Формування системи пріоритетів контрольованих показників. Вся система показників, входних у сферу контролінгу рангується по значимості. У процесі рангування в систему пріоритетів першого рівня відбираються найбільш важливі показники, потім формуються пріоритети другого рівня, що знаходяться у факторному зв'язку з показниками першого рівня і т.д. Такий підхід полегшує аналіз і пояснення причин відхилень фактичних значень показників від передбачених планами, завданнями або нормативами.

Формовані системи пріоритетів можуть носити різний характер і виділятися: для окремих центрів відповідальності; для різних напрямків операційної і фінансової діяльності підприємства; для різних аспектів використання ресурсів. Але завжди повинна враховуватися ієрархія показників і їхній взаємозв'язок.

Приклад формування пріоритетів контрольованих показників показаний у табл. 2.

Таблиця 2

Формування системи пріоритетів контрольованих показників

Пріоритети першого рівня	Пріоритети другого рівня	Пріоритети третього рівня	і т.д.
Сума чистого прибутку	Сума прибутків	Рівень цін на продукцію; Об'єм реалізації продукції; Структура реалізації продукції.	
	Сума витрат	Рівень тарифів і цін на продукцію і послуги; Об'єм виробництва продукції; Структура виробництва продукції.	
	Сума податкових платежів	Зміна системи оподаткування; Зміна ставок податків; Зміна системи податкових пільг.	

Однієї з найбільш поширених систем фінансового аналізу, яка може бути використана для контролінгу, є аналіз фінансових коефіцієнтів, характеризуючих різні аспекти фінансової діяльності підприємства. У фінансовому менеджменті найбільше поширення одержали наступні групи фінансових коефіцієнтів: коефіцієнт оцінки платоспроможності (ліквідності) підприємства; коефіцієнти оцінки оборотності активів (капіталу); коефіцієнти оцінки рентабельності.

Коефіцієнт оцінки фінансової стійкості підприємства визначає ступінь фінансової стабільності підприємства в процесі його розвитку. Для такої оцінки

використовуються наступні основні показники: коефіцієнт автономії (КА); коефіцієнт фінансування (КФ); коефіцієнт довгострокової фінансової незалежності (КДН); коефіцієнт маневреності власного капіталу (КМ).

Коефіцієнт оцінки платоспроможності (ліквідності) характеризує можливість підприємства вчасно розраховуватися по своїм поточним фінансовим зобов'язанням за рахунок оборотних активів різного рівня ліквідності. Для проведення оцінки використовуються наступні основні показники: коефіцієнт абсолютної платоспроможності (КАП); коефіцієнт проміжної платоспроможності (КПП); коефіцієнт поточної платоспроможності (КТП).

Коефіцієнти оцінки оборотності активів (капіталу) характеризують наскільки швидко сформовані активи і використовуваний капітал в цілому й окремих їхніх елементах обертаються в процесі господарської діяльності підприємства. Для оцінки оборотності активів (капіталу) використовуються наступні основні показники: кількість оборотів активів (капіталу) у розглянутому періоді (КО); період обороту активів (капіталу) у днях (ПО).

Коефіцієнти оцінки рентабельності (прибутковості) характеризують спроможність підприємства генерувати прибуток у процесі господарської діяльності, визначаючи загальну ефективність використання активів і вкладеного капіталу. Для проведення такої оцінки використовуються наступні основні показники: коефіцієнт рентабельності усіх використовуваних активів (P_a) або коефіцієнт економічної рентабельності; коефіцієнт рентабельності власного капіталу ($P_{ск}$) або коефіцієнт фінансової рентабельності; коефіцієнт рентабельності реалізації продукції ($P_{рп}$) або коефіцієнт рентабельності поточних витрат ($P_{тз}$).

4. Розробка системи кількісних стандартів контролю. Після формування переліку контрольованих показників виникає необхідність встановлення кількісних оцінок по кожному з них. Ці оцінки оформлюються у виді стандартів, встановлюваних в абсолютних і відносних значеннях. Стандарти можуть носити стабільний і рухливий характер (дисконтна ставка, темпи

інфляції). У якості стандартів виступають цільові стратегічні нормативи, показники поточних планів і бюджетів: система державних або розроблених підприємством норм і нормативів.

5. Побудова системи моніторингу показників, що входять до фінансового контролінгу.

Основу контролінгу, найактивнішу частину його механізму складає система моніторингу.

Система моніторингу, що реалізує механізм контролінгу, представляє собою розроблений на підприємстві механізм постійного спостереження за контрольованими показниками діяльності, визначення розмірів відхилень фактичних результатів від передбачених і виявлення причин цих відхилень.

Побудова системи моніторингу реалізується у вигляді наступної послідовності основних етапів:

а) Побудова системи показників за даними фінансового й управлінського обліку. Ця система представляє собою “первинну інформаційну базу спостереження”. На підставі цієї бази розраховуються абсолютні і відносні показники, що характеризують результати діяльності підприємства.

б) Розробка системи аналітичних показників, виражаючих результати діяльності підприємства і відповідають системі контролінгу. Аналітичні показники визначаються за допомогою розроблених алгоритмів розрахунку з використанням первинної інформаційної бази спостереження.

в) Визначення структури і показників форм контрольних звітів СМ, які є носіями контрольної інформації контролінгу. Кожна така форма забезпечує ефективність контролінгу і повинна містити наступну інформацію:

- фактичне значення контрольованого показника (у зіставленні з передбаченим);
- розмір відхилення від передбаченого значення;
- факторне розкладання розміру відхилення (наскільки це можливо);
- пояснення причин негативних відхилень за показником в цілому і його складовим;

— виявлення винних у негативних відхиленнях.

г) Визначення контрольних періодів по кожному виду контролінгу і кожній групі контрольованих показників. З обліком складності реагування, необхідної для ефективного керування діяльністю підприємства виділяють: тижневий (декадний) контрольний звіт; місячний контрольний звіт; квартальний контрольний звіт.

д) Встановлення розмірів відхилень фактичних результатів контрольованих показників від встановлених стандартів здійснюється як в абсолютних, так і у відносних показниках. По відносним показникам відхилення підрозділяються на три групи: позитивне відхилення; негативне “припустиме” відхилення; негативне “критичне” відхилення.

Для встановлення такого підрозділу на підприємстві повинні бути встановлені критерії за періодами контролю і групам показників. У вигляді критерію “критичного” відхилення доцільно прийняти:

20% і більш по тижневому (декадному) періоду;

15% і більш по місячному періоду;

10% і більш по квартальному періоду.

е) Виявлення основних причин відхилень фактичних результатів контрольованих показників від встановлених стандартів проводиться по підприємству в цілому і по окремим “центрам відповідальності”. Виявлення проводиться по всіх “критичних” відхиленнях і менш значних відхиленнях показників першого рівня. У процесі виявлення використовуються звіти виконавців, минулий досвід, експертні оцінки. Може використовуватися експертна система в складі СМ системи контролінгу.

Розроблена система моніторингу коригується при зміні цілей контролінгу і системи контрольованих показників.

Блок-схема СМ контролінгу, що використовує показники системи фінансового аналізу, приведена на рис. .1.

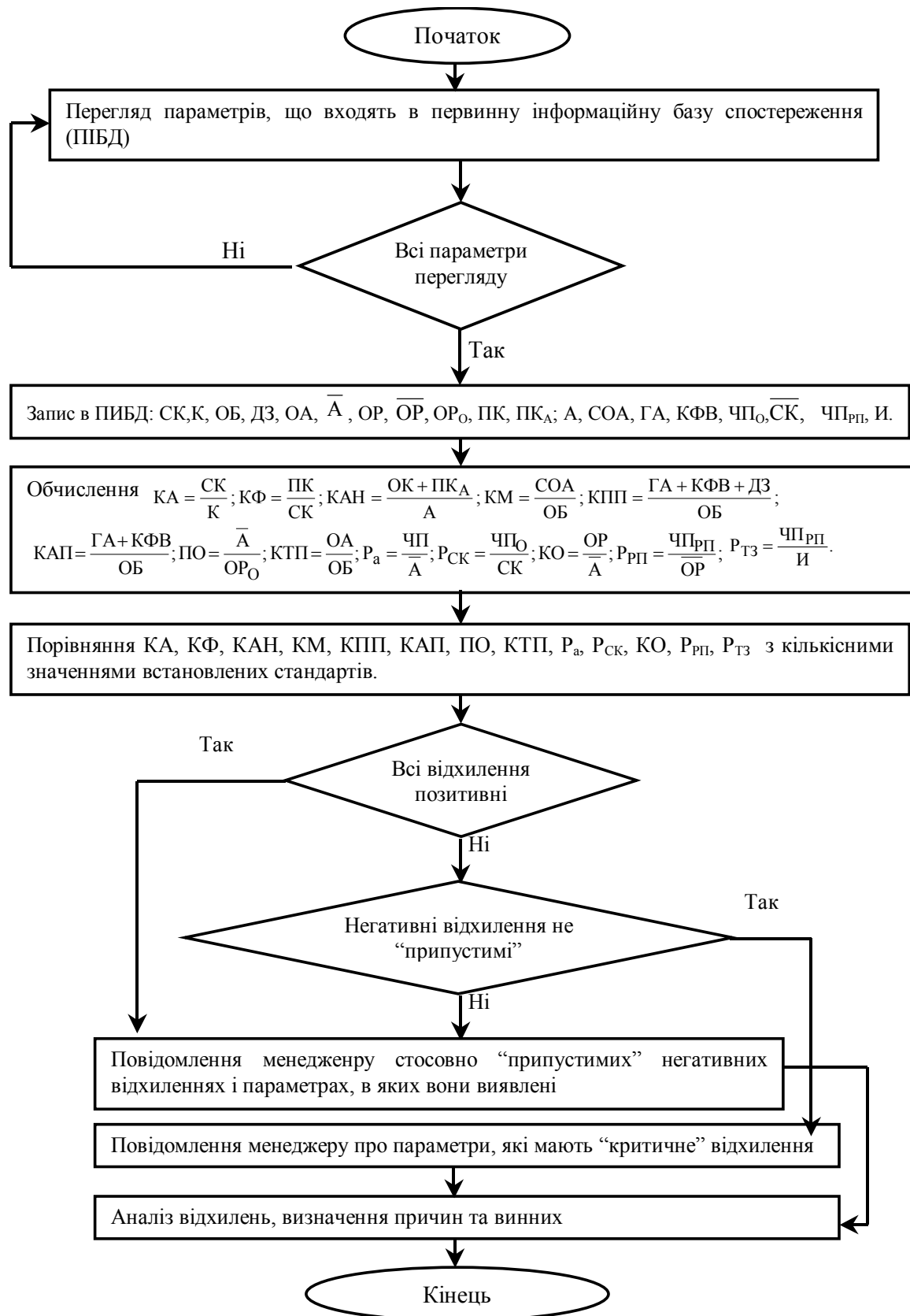


Рис.1. Алгоритм роботи системи моніторингу в СК.

А

Алгоритм працює для перегляду параметрів, що спостерігаються щотижня (щодокадно), щомісячно і щоквартально.

У останньому блоці алгоритму доцільно включити експертну систему.

На рис. 1 використані наступні позначення:

СК - сума власного капіталу підприємства на визначену дату;

К - загальна сума капіталу підприємства на визначену дату;

ОБ - сума всіх короткострокових фінансових зобов'язань підприємства на визначену дату;

ДЗ - сума дебіторської заборгованості усіх видів на визначену дату;

ОА - сума всіх оборотних активів підприємства на визначену дату;

\bar{A} - середня вартість усіх використовуваних активів підприємства в розглянутому періоді;

ОР - загальний обсяг реалізації продукції в розглянутому періоді;

OP_0 - одноденний обсяг реалізації продукції в розглянутому періоді;

ПК - сума залученого підприємством позикового капіталу на визначену дату;

PK_A - сума позикового капіталу, залученого підприємством на довгостроковій основі (на період більше одного року);

A - загальна вартість всіх активів підприємства на визначену дату;

COA - сума власних оборотних активів;

ГА - сума грошових активів підприємства на визначену дату;

КФВ - сума короткострокових фінансових вкладень підприємства на визначену дату;

$ЧП_0$ - загальна сума чистого прибутку підприємства, отримана від усіх видів господарської діяльності в розглянутому періоді;

$\overline{СК}$ - середня сума власного капіталу підприємства в розглянутому періоді;

$ЧП_{рп}$ - сума чистого прибутку, отримана від операційної діяльності підприємства в розглянутому періоді;

И - сума витрат виробництва підприємства в розглянутому періоді.

6. Формування системи алгоритмів дій по усуненню відхилень. Це заключний етап побудови системи контролінгу на підприємстві.

Результати контролінгу і прийняття дій показано на рис. 2.

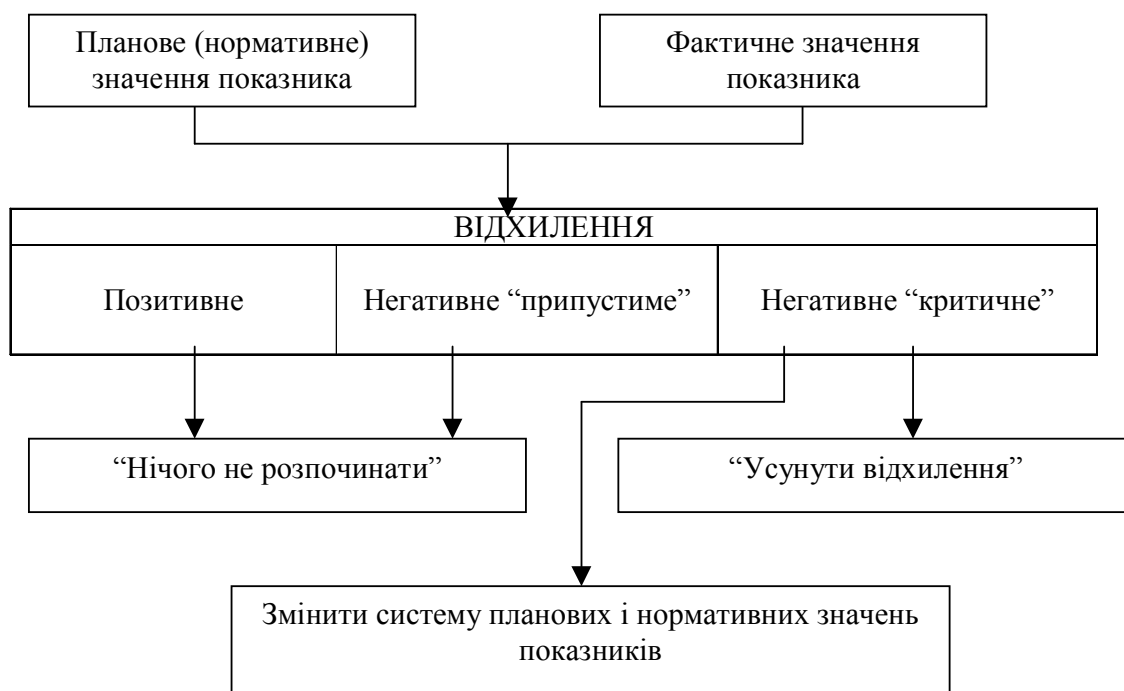


Рис. 2. Дії менеджерів за результатами контролінгу.

На рис. 2 показані три дії, що починаються за результатами контролінгу. Дія “нічого не розпочинати” передбачене в тих випадках, коли розмір негативних відхилень значно нижче передбаченого “критичного” рівня.

Дія “Усунути відхилення” передбачає вмикання процедури пошуку і реалізації резервів по забезпеченню виконання значень показників.

Дія “змінити систему планових або нормативних показників”. Такі дії застосовуються, якщо можливості усунення негативних відхилень обмежені або відсутні зовсім. У таких випадках за результатами моніторингу СК розглядаються пропозиції по коригуванню нормативів, припиненні окремих виробничих, інвестиційних або фінансових проектів і навіть окремих центрів витрат і інвестицій.

Впровадження на підприємстві системи економічного контролінгу дозволяє підвищити ефективність процесу керування його діяльністю.

2. Моніторинг в управлінні банківською діяльністю.

За умов переходу до ринкової економіки значення банківської діяльності в системі народного господарства країни зростає. Держава та її орган — НБУ зацікавлені, щоб діючі комерційні банки були стабільними і прибутковими.

Виходячи з цього, НБУ затвердив інструкцію про порядок регулювання та аналіз діяльності комерційних банків з метою надання комерційним банкам України допомоги для забезпечення ними своєї надійності та своєчасного виконання зобов'язань перед вкладниками та акціонерами. Інструкцію розроблено на підставі Закону України « Про банки і банківську діяльність» , чинних законодавчих актів України та нормативних актів Національного банку України. Дія інструкції поширюється на всі комерційні банки України незалежно від форм власності.

Національний банк установлює для всіх комерційних банків такі економічні нормативи:

Нормативи капіталу: капітал банку; мінімальний розмір статутного капіталу; платоспроможність; достатність капіталу банку.

Нормативи ліквідності: миттєва ліквідність; загальна ліквідність; співвідношення високоліквідних активів і робочих активів банку.

Нормативи ризику: максимальний розмір ризику на одного позичальника; норматив «великих» кредитних ризиків; максимальний сукупний розмір кредитів, гарантій та поручительств, наданих всім інсайдерам; максимальний розмір наданих міжбанківських позик; максимальний розмір отриманих міжбанківських позик; інвестування; загальна відкрита валютна позиція банку; довга (коротка) відкрита валютна позиція у вільно конвертованій валюті; довга (коротка) відкрита валютна позиція у неконвертованій валюті; довга (коротка) відкрита валютна позиція в усіх банківських металах.

В інструкції зазначені алгоритми розрахунку економічних нормативів і періодичність їх спостереження та контролю. Результати контролю мають подаватися в НБУ. Цілком природно, що задача контролю та аналізу діяльності комерційних банків має вирішуватися за допомогою використання алгоритму моніторингу.

Робота алгоритму моніторингу організується за схемою, показаною на рис. 3.

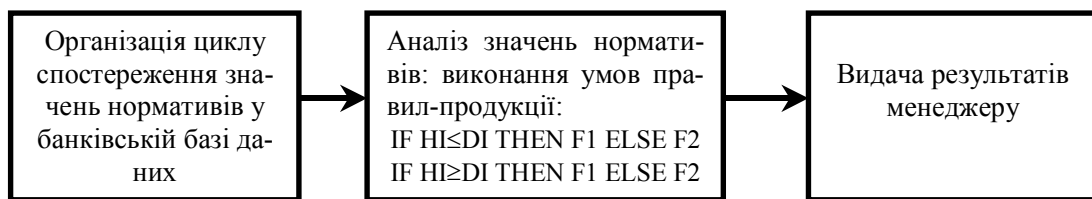


Рис. 3. Схема моніторингу значень банківських нормативів.

На рис. 3. використані позначення:

HI - номер економічного нормативу;

DI - припустиме значення нормативу;

F1, F2 - повідомлення менеджеру.

Такі параметри СМ як точність і форма уявлення інформації визначаються відповідно до характеристик одержуваних банком даних про значення економічних показників. Розмір дискретності τ розраховується за методикою, однак для СМ, працюючих узгоджено із системами звітності перед вищестоящою організацією, часто період дискретності визначається директивно відповідно до періоду звітності, хоча таке рішення і може бути необ'єктивним.

Оскільки в багатьох комерційних банках використовуються ЕС, а для перевірки значень економічних параметрів використовуються правила продукції, то реалізація СМ може бути покладена на ЕС, яка моделює функціонування СМ.

Покажемо організацію БЗ ЕСМ для розв'язання задачі моніторингу відповідно до реалізації функцій контролю та аналізу.

Визначимо фрагмент структури БЗ ЕСМ для розв'язання задачі неперервного моніторингу обов'язкових економічних нормативів регулювання та оцінних показників діяльності комерційних банків (задача моніторингу). Як зазначалося вище, БЗ будується з використанням ієрархічної фреймової структури, причому фрейми верхніх рівнів виконують резидентні функції.

Фрагмент структури БЗ наведено на рис. 4.

Фрейм першого рівня								
Перелік задач ЕС								
Слоти								
Моніторинг					Інші задачі			
KEY1		KEY2				KEYN	
Фрейм другого рівня: моніторинг: KEY1								
Слоти								
Перелік економічних нормативів					Процедурні знання для задачі моніторингу			
KEY11					KEY12			
Фрейм третього рівня: перелік економічних нормативів: KEY11								
Слоти								
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9
Назви нормативів								
Фрейм третього рівня: перелік економічних нормативів: KEY11								
Слоти								
H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18
Назви нормативів								

Продовження рис. 4.

Фрейм третього рівня: процедурні знання для задачі моніторингу: KEY12

Слоти	
Формули розрахунку нормативів	Припустимі значення нормативів
$H1 = \frac{DO}{K1} = \frac{K1 - (O3 - K1)}{OK + DK - B};$ $(O3 - K1) = \max((O3 - K), \text{ПРО}(\dots))$ $H3 = \frac{K}{A_p} \cdot 100, \%$ $H4 = \frac{K}{3A} \cdot 100, \%$ $H5 = \frac{K_{кр} + K_a}{P_p} \cdot 100, \%$ $H6 = \frac{A}{3} \cdot 100, \%$ $H7 = \frac{B_a}{P_a} \cdot 100, \%$ $H8 = \frac{3c}{K} \cdot 100, \%$ $H9 = \frac{C_k}{K} \cdot 100, \%$ $H10 = \frac{P_{k1}}{K} \cdot 100, \%$ $H11 = \frac{P_k}{K} \cdot 100, \%$ $H12 = \frac{M_{БН}}{K} \cdot 100, \%$ $H13 = \frac{M_{Бо} + ЦК}{K} \cdot 100, \%$ $H14 = \frac{K_{ІН}}{K + ЦП + B_{ав}} \cdot 100, \%$ $H15 = \frac{B_{п}}{K} \cdot 100, \%$ $H16 = \frac{B_{ІН}}{K} \cdot 100, \%$ $H17 = \frac{B_{Н}}{K} \cdot 100, \%$	<p>H1 > 2 млн ЕКЮ на 01.04.98 р.</p> <p>H1 > 3 млн ЕКЮ на 01.04.99 р.</p> <p>H2 > 1 млн ЕКЮ</p> <p>H2 > 5млн ЕКЮ, якщо іноземний капітал складає не менше 50%,</p> <p>H2 > 10 млн ЕКЮ, якщо іноземний капітал більше 50%.</p> $H3 \begin{cases} 8 \%, \text{ якщо } H9 \leq 8K \\ 16 \%, \text{ якщо } H9 \leq 12K \\ 24 \%, \text{ якщо } H9 > 12K \end{cases}$ <p>H4 ≥ 4%;</p> $H5 \geq \begin{cases} 15\% \text{ до } 01.01.99 \text{ р.} \\ 20\% \text{ з } 01.01.99 \text{ р.} \end{cases}$ <p>H6 ≥ 100%;</p> $H7 \geq \begin{cases} 15\% \text{ до } 01.01.99 \text{ р.} \\ 20\% \text{ з } 01.01.99 \text{ р.} \end{cases}$ <p>H8 > 25%;</p> <p>H9 ≤ 8K;</p> <p>H10 ≤ 5%;</p> <p>H11 ≤ 40%;</p> <p>H12 ≤ 200%;</p> <p>H13 ≤ 300%;</p> <p>H14 ≤ 50%;</p> $H15 \leq \begin{cases} 40\% \text{ до } 01.07.98 \text{ р.} \\ 30\% \text{ з } 01.07.98 \text{ р.} \\ 20\% \text{ з } 01.10.98 \text{ р.} \end{cases}$ $H16 \leq \begin{cases} 20\% \text{ до } 01.07.98 \text{ р.} \\ 15\% \text{ з } 01.07.98 \text{ р.} \\ 10\% \text{ з } 01.10.98 \text{ р.} \end{cases}$ $H17 \leq \begin{cases} 10\% \text{ до } 01.07.98 \text{ р.} \\ 5\% \text{ з } 01.07.98 \text{ р.} \end{cases}$

$H18 = \frac{B_M}{K} \cdot 100, \%$	$H18 \leq 10\%$
-------------------------------------	-----------------

Рис. 4. Фрагмент структури БЗ ЕС моніторингу діяльності комерційного банку.

На рисунку 4 використано такі позначення:

ОК — основний капітал;

ДК — додатковий капітал;

В — повернення;

ОЗ — основні засоби;

Ар — сумарні активи, враховані за ступенем ризику;

ЗА — загальні активи;

Ккр — сума коштів на кореспондентському рахунку;

Ка — кошти в касі;

Пр — поточні зобов'язання;

А — загальні активи банку;

З — загальні зобов'язання банку;

Ва — високоліквідні активи;

Ра — робочі активи;

Зс — сукупна заборгованість по позиках, міжбанківських кредитах і врахованих векселях одного позичальника і 100% суми позабалансових зобов'язань банку;

Рк 1 — сукупний обсяг виданих банком позик (у тому числі міжбанківських), поручительств, врахованих векселів і 100% суми позабалансових зобов'язань стосовно одного інсайдера комерційного банку;

Рк — сукупний обсяг виданих банком позик (у тому числі міжбанківських), поручительств, врахованих векселів і 100% позабалансових зобов'язань стосовно всіх інсайдерів комерційного банку;

МБн — загальна сума виданих банком комерційних позик;

МБо — загальна сума отриманих комерційним банком міжбанківських позик;

ЦК — загальна сума залучених централізованих коштів;

Кін — кошти комерційного банку, інвестовані на придбання паїв (акцій, цінних паперів) акціонерних товариств, підприємств, недержавних боргових зобов'язань;

ЦП — цінні папери в портфелі банку на інвестиції;

Вав — внески в асоційовані компанії;

Вп — загальна відкрита валютна позиція банку по балансових і позабалансових активах і зобов'язаннях банку по всіх іноземних валютах у гривневому еквіваленті;

Він — довга (коротка) відкрита валютна позиція всіх банківських металів у гривневому еквіваленті;

Вм — довга (коротка) відкрита валютна позиція всіх банківських металів у гривневому еквіваленті.

Рахунки, на яких розміщені кошти, позначені через ОК, Д, У, ОЗ, Ар, ЗА, Ккр, Ка, Пр, А, З, Ва, Ра, Зс, Ск, Рк1, Рк, МБн, МБо, Ц, Кін, ЦП, Вав, Вп, Він, Вн, Вм

Фрагмент БЗ ЕСМ (рис. 4) містить всю інформацію, необхідну для неперервного моніторингу функціонування комерційного банку. Обробка інформації та аналіз результатів діяльності КБ виконуються в блоці логічного виводу ЕС із використанням правил продукцій та інформації фрейму третього рівня: «Процедурні знання для задачі моніторингу на рис. 3».

Деякі задачі управління діяльністю комерційного банку не можуть бути вирішені без використання методів моніторингу. Одна із таких задач — узгодження тимчасових та об'ємних характеристик активів і пасивів КБ. Це узгодження є одним з основних важелів управління ліквідністю КБ. При цьому варто враховувати, що ліквідність — основний показник рейтингу КБ. Він не тільки характеризує ефективність і стабільність роботи банку, але є основним засобом керування кредитними ризиками КБ.

Ліквідність банку залежить від ступеня ризику його окремих активних операцій. Чим більша частка високоризикових кредитів у кредитному портфелі

банку, тим нижча його ліквідність. Ліквідність залежить від структури пасивів балансу банку. Надійність депозитів і позик, отриманих банками від інших кредитних установ, визначає рівень ліквідності банку. Банк вважається ліквідним, якщо суми його коштів, які він спроможний швидко мобілізувати, дозволяють вчасно виконувати зобов'язання по пасиву та інших виплатах. Необхідно також мати на увазі, що з метою підтримки своєї стабільності банк повинен мати певний резерв для виконання непередбачених обставин, поява яких може бути викликана змінами стану грошового ринку, фінансового положення клієнтів або партнерів банку.

Активні і пасивні операції банку відбуваються в динаміці його діяльності, причому операції як активні, так і пасивні, характеризуються відтоком або надходженням коштів. І ці грошові потоки повинні бути погоджені по розмірах і у часі. Оскільки зміни балансу пов'язані з моментами укладання активних операцій і обумовлених ними дій, то при розв'язанні задачі доцільно організувати не неперервний моніторинг, а моніторинг змін балансу в моменти дій по активних і пасивних операціях. Активні (А) і пасивні (Д) операції банку характеризуються виплатами (S^-) і надходженнями фінансових засобів (S^+).

У загальному випадку, якщо S_D — загальна сума надходжень по пасивах, то має виконуватися нерівність:

$$S_A \leq S_D + S_0 + S_P, (1)$$

де S_P — ліквідний резерв;

S_0 — власні ресурси банку;

S_A — загальна сума активів.

Нерівність 1 мусить наближатися до рівності, оскільки ресурси S_D доводиться оплачувати і їх надлишок означає для банку невинуватені витрати. Передбачається, що задача узгодження вирішується засобами експертної системи (ЕС). Характеристики активних і пасивних операцій банку зводяться в таблицю, що зберігається в базі знань ЕС (табл. 3).

Таблиця 3

Характеристики активних і пасивних

Моменти часу t активних і пасивних операцій по виплатах і поверненню ресурсів	1	2	...	R
Обсяг одержуваних банком ресурсів, S^+	S_1^+	S_2^+	...	S_r^+
Обсяг ресурсів, що видаються банком, S^-	S_1^-	S_2^-	...	S_r^-
$\Delta S = S_0 + S^+ - S^- + S_p$	S_1	S_2	...	S_r

У таблиці:

t — моменти часу, у які робляться виплати або одержання банком коштів.

У кожний такий момент виконується цикл спостереження і розрахунку, що полягає у такому.

При одержанні банком або поверненні кредиту (S_{BK}), або плати за кредит ($S_{ПК}$), або депозитного внеску ($S_{ДП}$) визначається обсяг S_i^+ за формулою

$$S_i^+ = S_{BK} \vee S_{ПК} \vee S_{ДП}$$

і значення ΔS_r із співвідношення

$$\Delta S_r = \Delta S_{r-1} + S_i^+.$$

При виплаті банком суми кредиту (S_k) або виплати по депозитному внеску ($S_{пд}$) розрахункові формули мають вигляд:

$$S_i^- = S_k \vee S_{пд},$$

$$\Delta S_i = \Delta S_{i-1} - S_i^-.$$

У разі виконання нерівностей ліквідності банку не загрожує небезпека з боку неузгодження активів і пасивів; в іншому випадку банк повинний вишукувати додаткові позики.

Якщо в нерівностях ліва частина має значну (відмінну від 0) величину, то це означає, що банк не використовує свої ресурси по активних операціях у

повному обсязі і втрачає можливий прибуток. Ця інформація повинна бути оперативно спрямована менеджеру банку, відповідальному за проведення активних операцій.

3 Моніторинг процесу реструктуризації підприємства.

Реструктуризація стосується реформування практично всіх сторін діяльності економічного об'єкта. Вона відноситься до сфери організації і керування, діяльності й основних засобів, фінансових потоків і інвестицій у нове обладнання і технології, сфери трудових ресурсів і прав власності.

Таке різноманіття сфер діяльності неможливо здійснити без використання систем моніторингу. Особливістю використовуваної СМ можна вважати винятково велике число найрізноманітніших спостерігаємих розмірів. Тому однією з найважчих проблем побудови СМ реструктуризації варто вважати вибір і фіксування множини спостерігаємих параметрів, тобто формування об'єкта спостереження.

Для рішення цієї проблеми необхідно дати коротку характеристику процесу реструктуризації економічних об'єктів (підприємств).

Реструктуризацію підприємств у постсоціалістичну епоху в самому загальному вигляді можна визначити, як адаптацію підприємств до роботи в ринкових умовах, що зумовлює корінну трансформацію їх організаційно-правових форм, виробничо-технологічної структури, системи менеджменту і взаємодії з контракторами і державою. Реструктуризація підприємств у перехідній економіці, нерозривно пов'язана з приватизацією як головним чинником створення нових ринкових умов діяльності компаній, набула з кінця 70-х років глобального характеру.

Україна належить до числа країн, для яких процес трансформації планової економіки в ринкову відбувається найскладніше, із максимальними збитками у виробництві та соціальній сфері. На глибину економічного спаду величезною мірою вплинули обрані підходи до проведення економічних

реформ, що протягом періоду переходу досить серйозно змінювалися. Приблизно з кінця 1992 р. до кінця 1994 р. спостерігався період, коли поруч із надповільними перетвореннями у сфері власності, формування ринкових інфраструктур здійснювалася безуспішна спроба відтворення жорсткого державного контролю над економікою шляхом посилення ролі традиційних міністерсько-відомчих структур, введення жорстких систем державного регулювання в системі ціноутворення і на валютному ринку, відновлення деяких елементів централізованого планування і розподілу у формі держзамовлення і держконтрактів тощо. Реально ці заходи лише послабили контроль держави за економікою.

За опублікованими в 1997 р. даними Світового банку, валовий національний продукт на душу населення в Україні становив 2400 USD (у Росії — 4480 USD), за даними відділу розвитку національної економіки Уряду України, цей показник у 1996 р. дорівнював 1,9 тис. USD, у 1997 р. — 1,7 тис. USD. Перші ознаки економічного зростання були відзначені лише в 1998 р.

Реструктуризація підприємств, як процес їхнього всебічного пристосування до змінюваних умов, внутрішньо притаманна ринковій економіці. Потреба в реструктуризації є наслідком несвоечасного викриття кризових явищ на підприємстві і розглядається як комплекс заходів надзвичайного характеру, спрямованих на « виживання» підприємств в умовах кризи. Породжується вона загальною макроекономічною ситуацією, зміною загальної кон'юнктури або ж впливом внутрішніх для підприємств чинників.

Основними причинами набуття процесом реструктуризації національних економік і підприємств глобального характеру були:

- технічний прогрес, що змінив ринкову ситуацію в галузях « істотних монополій»;
- розвиток міжнародних господарських зв'язків, яким почала заважати національна регламентація;
- криза державних фінансів і довіри державним інститутам.

Традиційно питання реструктуризації поділяються західними фахівцями на питання оперативної і стратегічної реструктуризації.

Оперативна реструктуризація призначена для забезпечення «виживання» підприємства на короткий термін. Її основними цілями є, по-перше, поліпшення результатів діяльності (включає: зменшення витрат на персонал; зменшення матеріальних витрат; підвищення обороту за короткі терміни), по-друге, забезпечення ліквідності (зменшення дебіторської заборгованості; зменшення запасів; зменшення інвестицій; продаж непотрібного майна підприємства).

Стратегічна реструктуризація покликана забезпечити довгострокову конкурентоспроможність підприємства. Вона включає аналіз причин, через які підприємство втратило конкурентні позиції (виробництво продукції, що не має попиту; поширення своєї діяльності на нові сфери, в яких воно не може бути конкурентоспроможним). Після цього визначаються перспективні сфери діяльності, для кожної з яких формулюється власна ринкова стратегія. На базі ринкової стратегії формулюються цілі підприємства.

На наступному етапі стратегічної реструктуризації вирішується проблема орієнтації всіх структур і процесів на досягнення раніше визначених цілей. Вирішуються питання вибору і створення нових структур управління, трансформації підрозділів підприємства, відновлення виробничих процесів. Оптимізуються інформаційні потоки на підприємстві.

Шанс «вижити» у новій ситуації мають лише ті підприємства, керівники яких усвідомлюють, що потрібні ломка, реформування структур, тобто радикальна реструктуризація. Альтернативи реструктуризації немає.

Для більшості підприємств не існує альтернативи позбавлення від створеної раніше соціальної інфраструктури.

Українські підприємства стикаються з великими труднощами під час здійснення елементів реструктуризації виробництва, що потребує значних витрат: відновлення продукції, виробничо-технологічних процесів. Це потребує значних інвестицій. Але, здійснивши реструктуризаційні заходи, пов'язані з незначними витратами, щодо вивільнення основного (профільного)

виробництва від надлишкових потужностей, надлишкових допоміжних і непрофільних виробництв, об'єктів інфраструктури і соціальних об'єктів, об'єктів незавершеного будівництва, вивільнивши зайву робочу силу, підприємства значно підвищують свою інвестиційну і кредитну привабливість. Про це свідчить досвід українських підприємств, які перебували в процесі реструктуризації.

Реструктуризація — це комплексний процес. Вона повинна проводитися постійно, аби забезпечувати прибутковість в умовах нестабільного ринкового середовища, технологічного процесу і конкуренції з боку інших компаній. Ця перманентна реструктуризація веде до зростання продуктивності і загального економічного зросту.

Єдиного рецепта реструктуризації не існує; вона може вестися в багатьох напрямках і в різні терміни. Проте оперативна реструктуризація може бути проведена протягом 10—12 місяців, з використанням при цьому тільки внутрішніх можливостей підприємства.

Результати проведення реструктуризації оцінюються за такими показниками:

Прибутковість. Оскільки значна питома вага підприємств, що починають реструктуризаційні процеси, не є прибутковими, то досягнення ними прибутків, адекватних рівню прибутковості західних компаній, є однією з цілей і показником успішності реструктуризації.

Наявність позитивних грошових потоків від основної діяльності. Функціонуючі підприємства досить часто не в змозі покрити виробничі витрати за рахунок своїх прибутків, тому зростання грошових потоків в обсягу продажу продукції дає можливість повертати борги та інвестувати кошти у відновлення і зростання виробництва, що є свідченням успіху реструктуризації.

Зростання продуктивності праці. Однією з найскладніших проблем, із якими стикаються фірми, є надлишок трудових ресурсів. Із скороченням обсягів продажу на традиційних ринках підприємства повинні знаходити нові ринки збуту або скорочувати чисельність свого персоналу. Для оцінювання

ефективності цих дій використовується динаміка зростання продуктивності праці.

Зростання продуктивності усіх видів ресурсів. Оцінити успішність цих дій можливо показниками рентабельності та їх динамікою.

Зростання обсягів продажу та експорту. Після розвалу соціалістичного табору більшість фірм втратили свої традиційні зовнішні та внутрішні ринки збуту. Сучасна орієнтація на західні ринки вимагає використання новітніх маркетингових технологій, підвищення якості продукції, аби конкурувати з іноземними виробниками аналогічних товарів. Успішність реструктуризації в цьому напрямі можна оцінити по темпах зростання обсягів продажу та експорту.

Необхідність проведення реструктуризації на підприємстві визначається широким колом як зовнішніх, так і внутрішніх причин.

Зовнішні причини:

- технологічний прогрес;
- міжнародна економічна інтеграція;
- корінні зміни на ринках розвинутих країн;
- політика уряду.

Внутрішні причини:

- незадовільний рівень загального менеджменту;
- слабкий фінансовий менеджмент;
- неконкурентоспроможність продукції;
- високий рівень витрат;
- слабка робота служби маркетингу;
- конфлікт інтересів.

В умовах України дія цих чинників підсилюється загальною економічною кризою, що характеризується: довготривалим спадом виробництва; невиправданим зростанням цін на ресурси і товари; розладом прямих господарських зв'язків і каналів збуту продукції; браком фінансових коштів і тривалою невиплатою заробітної платні; різким погіршенням фінансово-

економічних показників діяльності; руйнацією системи соціального захисту населення.

Типовими для більшості українських підприємств є такі проблеми, що потребують реструктуризації:

- відсутність ефективної служби маркетингу: підприємство відчуває труднощі у виявленні своїх реальних клієнтів та їхніх потреб (у 1997 р. 56% українських підприємств взагалі не мали маркетингових служб);

- не існує фінансової стратегії;

- недостатність оборотних коштів і засобів на відновлення виробництва;

- керівництво підприємства намагається всі проблеми вирішувати власноруч, без делегування повноважень своїм менеджерам;

- керівництво залишається у полоні своїх старих уявлень, не має визначеної стратегії і не прагне ризикувати;

- дизайн і конструктивні характеристики продукції не відповідають вимогам покупців;

- низька якість продукції і відсутність контролю за виробничими процесами призводять до високих витрат, значного рівня повернення продукції, зниження попиту на неї внаслідок негативного іміджу фірми;

- методологія визначення собівартості не дає змоги підприємству зрозуміти причини своїх високих витрат і конкурувати на ринку;

- витрати на соціальну сферу негативно впливають на результати діяльності підприємства.

Аналіз типових проблем вітчизняних підприємств, які потребують реструктуризації, показує, що вони (проблеми) розподілені в областях удосконалювання менеджменту і політики щодо персоналу, організаційної структури й оперативного управління, стратегічної орієнтації і питань фінансування, процесів створення продукції і послуг, процесів реалізації продукції і планування прибутків.

Процеси реструктуризації можуть бути спрямовані на зміни таких структур:

- майна (правового статусу);
- організаційної структури підприємства;
- виробничої структури;
- структури виробничої програми;
- структури залученого капіталу;
- структури активів;
- структури прибутків і витрат;
- структури чисельності персоналу;
- інформації тощо.

Отже, розробка технології реструктуризації, її проведення і подальшого функціонування потребує неперервного моніторингу всіх параметрів у перелічених об'єктних областях. На передових підприємствах реструктуризація — це компанія що продовжується неперервно, тому система моніторингу повинна створюватися капітально і бути ефективною.

Характер та особливості реструктуризації значною мірою залежать від її виду. Розглянемо класифікацію реструктуризації.

Залежно від цілі змін розглядають санаційно-відновну, адаптаційно-прогресивну і випереджувальну реструктуризацію; за об'єктом змін — операційну, фінансову, власності; за тривалістю періоду та ціллю — оперативну та стратегічну реструктуризацію.

Розглянуті вище положення передують розробці програми і плану реструктуризації.

Під програмою реструктуризації підприємства розуміємо перелік заходів в області основних напрямів, що ведуть до досягнення поставленої цілі — підвищення прибутковості та стабільності діяльності підприємства, забезпечення підвищення його ринкової вартості.

План реструктуризації розробляється на підставі програми. Детальний план має містити перелік конкретних дій по кожному заходу, терміни початку і закінчення, відповідальну особу і виконавців, потрібні ресурси (засоби), очікуваний результат. Він може передбачати як загальнофірмові заходи, так і

окремі дії в межах певного підрозділу. Очікуваний результат бажано представляти не тільки в якісних параметрах, але, якщо це можливо, у кількісному вимірюванні їх. Якщо програма реструктуризації здійснюється поетапно, то детальний план реструктуризації можна спочатку розробляти для перших етапів, а для наступних — в міру його виконання з внесенням потрібних коректив у подальші етапи залежно від результатів впровадження.

І план, і програма являють собою глобальну модель реструктуризації. Слід зазначити, що складність процесу, його залежність від характеру об'єкта, навколишнього середовища, опис ситуації, в якій знаходиться світова економіка, економіка держави та окремих галузей настільки складні й різноманітні, що єдиної універсальної моделі реструктуризації не існує. Для кожного підприємства ця модель залежить від місії підприємства, його цілей, розміру і структури, технології, устаткування, ресурсів, рівня менеджменту, кваліфікації персоналу, становища на ринку, загроз і можливостей, конкуренції, поточного стану і наявних проблем.

Тому розробка кожного проекту реструктуризації, його моделі потребує індивідуального підходу. При цьому основне значення має ціль реструктуризації, її масштаби, можливості фінансування, соціальні наслідки та їх згладжування.

Розглянемо основні етапи, з яких складається процес реструктуризації (рис. 5).



Рис. 5. Етапи процесу реструктуризації.

Навіть попередній аналіз етапів реструктуризації, показаних на рис. 5. показує, що тільки перші два етапи реструктуризації можуть бути виконані без використання СМ, при виконанні інших етапів, пов'язаних з необхідністю спостереження над багатьма об'єктами, моніторинг необхідний. У двох останніх етапах, у яких підводяться підсумкові результати програми реструктуризації, моніторингу належить головна роль.

Коротко розглянемо зміст етапів, показаних на рис..5.

1-й етап. Розуміння необхідності змін.

Реструктуризація, як правило, ініціюється і запроваджується власником і вищим керівництвом, які за певними симптомами відчують існуючі або можливі проблеми, розуміють необхідність їх вирішення і прагнуть це зробити. Константація поточного стану підприємства показує, що буде з компанією у випадку відсутності будь-яких змін, якщо зберегти незмінними її продукцію, структуру, активи, персонал, поведінку на ринку, діючі підходи до управління і прийняття рішень. Така оцінка майбутнього дає можливість визначити необхідність реструктуризаційних змін і їх основні цілі, що повинні бути спрямовані на вирішення головних проблем підприємства, підвищення його ліквідності та прибутковості.

2-й етап. Формування команди.

Важливою запорукою успіху є призначення керівника процесу реструктуризації, надання йому найвищих повноважень (у випадку, якщо це не є керівник підприємства) і формування групи фахівців із числа головних осіб основних служб і підрозділів. До команди можуть і повинні входити зовнішні консультанти, які привносять свій досвід, тверезий погляд на стан і події і допомагають команді оволодіти підходами до вирішення власних проблем як у поточному періоді, так і в майбутньому. На цьому етапі також бажано провести навчання персоналу, аби рівень його компетентності давав можливість приймати ефективні рішення, адекватні ситуації.

3-й етап. Діагностика стану підприємства, виявлення існуючих проблем.

Цей етап містить коротку об'єктивну характеристику підприємства як щодо його можливостей і сильних сторін (значна частка на ринку, сучасні технології, кваліфікований персонал), так і щодо основних проблем (низька рентабельність продукції, падіння обсягів продажу, складний фінансовий стан). Аналіз поточної ситуації має бути різнобічним, комплексним, сконцентрованим як на внутрішніх, так і на зовнішніх аспектах. Він повинен висвітлювати такі питання, як ринок, ресурси, продукція, виробничий процес, організація і керування, фінанси тощо. Його напрями і глибина зумовлюються наявним часом і ресурсами для проведення, а також складністю й очевидністю проблем, із якими стикається підприємство. Результатом такого аналізу мають стати висновки про дійсні поточні і майбутні проблеми компанії та її реальні можливості.

4-й етап. Визначення цілей реструктуризації.

Після проведення діагностики потрібно визначити цілі реструктуризації. При цьому, залежно від виду реструктуризації, цілі можуть бути або стратегічні або оперативні. На цьому етапі також розробляються альтернативні сценарії досягнення встановлених цілей і визначається найприйнятніший з них з огляду на наявні ресурси та їхнє співвідношення з майбутнім результатом.

Визначені цілі зумовлюють основні напрями реструктуризації, тобто сфери діяльності підприємств, в яких будуть запроваджуватися ті або інші зміни. Основними напрямками реструктуризації можуть виступати:

- зміни структури та асортименту продукції;
- внесення змін у маркетингову діяльність підприємства або її налагодження;
- формування адекватної структури активів;
- зниження витрат і забезпечення ефективного використання ресурсів;
- впровадження професійного управління дебіторською і кредиторською заборгованістю;

— формування кращої структури управління підприємством.

5-й етап. Розробка програми реструктуризації.

Програма реструктуризації — це трансформація обраного з декількох альтернатив варіанта досягнення встановлених цілей у комплексний план конкретних дій із визначенням термінів, ресурсів, відповідальних за їх реалізацію. Формується за напрямками або за підрозділами і може передбачати зміни в передрукованому і ринковому портфелях, які відповідають поточним і перспективним потребам, налагодження ефективної діяльності маркетингової служби, моніторинг змін у ближньому і далекому оточенні, забезпечення якості і високого рівня технології, рішуче позбавлення зайвих активів, у тому числі соціального призначення, визначення перспективних сфер і схем діяльності в рамках вертикальної або горизонтальної інтеграції, трансформацію організаційної структури, адекватну кадрову політику, фінансове управління на основі використання сучасних фінансових інструментів, комп'ютеризацію, інтеграцію системи планування і контролю, налагодження та оптимізацію інформаційних потоків.

6-й етап. Розробка плану реструктуризації.

План являє собою конкретизацію програми в розрізі деталізованих дій, термінів, відповідальних і виконавців, потрібних ресурсів і джерел фінансування. Трансформацію цілей у програму і план реструктуризаційних змін показано на рис. 6.

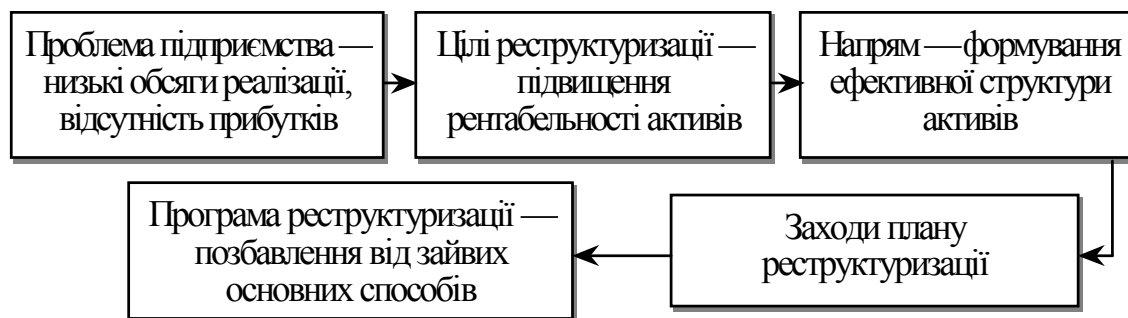


Рис. 6. Трансформація цілей у план реструктуризації.

Заходи плану реструктуризації:

- провести інвентаризацію основних засобів;
- визначити потребу в основних способах на поточний момент і на перспективу;
- визначити доцільні шляхи використання незавантажених основних засобів;
- продати основні засоби;
- ліквідувати основні засоби;
- законсервувати основні засоби.

7-й етап. Упровадження програми.

Цей етап складається як із безпосередніх дій з організації впровадження і контролю запланованих заходів, так і постійного інформування всього колективу про поточні результати, аби створити у працівників відчуття залученості до загальної справи, причетності до доленосних подій і водночас заручитися їхнім розумінням і підтримкою.

Найбільш поширеними інструментами впровадження програми реструктуризації можуть виступати:

- зміни в керівництві;
- визначення нових стратегічних цілей, залучення нових продуктів, ринків, капіталу;
- моніторинг споживачів: спостереження за їх ставленням до товару, за чинниками, що його визначають;
- визначення та усунення причин невдоволення покупців;
- моніторинг конкурентів, бенчмаркінг, профілювання власної діяльності з урахуванням можливої конфронтації або її уникнення, співробітництво;
- стратегічні альянси із зацікавленими суб'єктами ринку;
- стимуляційне планування — аналіз різних сценаріїв розвитку ситуації та їх наслідків;

— реінжиніринг бізнес-процесів в основній діяльності для досягнення значного прогресу в області продуктивності, якості, тривалості виробничого циклу;

— керування витратами із застосуванням методу ABC, чіткіший розподіл непрямих витрат між окремими видами продукції;

— використання системи постачання «точно в строк», що сприяє скороченню запасів, обсягів оборотних коштів, тривалості виробничого циклу;

— створення цільових груп для вирішення окремих задач;

— використання системи платні за досягнутий результат, що визначається певними параметрами;

— тотальна комунікація і інформованість усіх робітників.

8-й етап. Моніторинг реалізації програми.

У ході виконання програми реструктуризації потрібно відстежувати отримані результати як з огляду на час, так і на результативність, а також їх реальний вплив на стан справ на підприємстві в цілому. Окрім того, складність і багатогранність процесу реструктуризації в об'єднанні з нестабільним зовнішнім середовищем призводять до того, що під час реалізації прийнятої програми обов'язково виникають певні відхилення, непередбачені обставини, труднощі. Завданнями моніторингу є відстежування результатів і впливу впровадження програми на загальний стан підприємства і прийняття відповідних рішень щодо коригування початкових планів у разі потреби.

9-й етап. Коригуючі дії.

Цей етап передбачає додаткові заходи щодо виконання запланованих дій у рамках первинної програми реструктуризації за умов виникнення визначених труднощів або ускладнень. Водночас коригуючі дії можуть бути спрямовані на зміну самої програми, оскільки обставини змінюються або неадекватно оцінюються. Процес коригування програми реструктуризації може повторюватися декілька разів, щораз наближаючи підприємство до бажаних результатів.

Аналізуючи етапи процесу реструктуризації, можна зробити висновок про те, що процес цей складний і трудомісткий, потребує великих витрат інтелектуальної праці і ресурсів. У цьому процесі значне місце посідає моніторинг реалізації програми реструктуризації, а також моніторинг, використовуваний при маркетинговій діяльності, виборі найкращих рішень і впровадженні найкращих практичних заходів, головних для одержання високої результативності (бенчмаркінг).

У процесі виконання програми реструктуризації неперервний моніторинг проводиться по ключових параметрах діяльності підприємства (прибуток, обсяг продажу, рентабельність), причому велика увага приділяється аналізу темпів зміни цих параметрів, порівнянню фактичних і планових значень. На систему моніторингу покладається задача відстежування можливих відхилень, оцінювання впливу заходів плану на величину відхилень і прийняття рішень з коригування програми і планів реструктуризації в разі потреби. Прийняття рішень у даному випадку є прерогативою керівників команди, що проводить реструктуризацію.

Якщо виходити з умови точного та адекватного формулювання діяльності з реструктуризації, то моніторинг не є етапом процесу, а по своїй суті супроводжує процес реструктуризації. Тому правильніше виділяти не етап моніторингу реалізації програми, а блок (команду), що виконує неперервний моніторинг у процесі реалізації програми.

Блок моніторингу (БМ), точніше команда, що виконує моніторинг протягом усієї реструктуризації, для забезпечення своєї діяльності повинна бути забезпечена необхідним технологічним устаткуванням (доступ до ПЕВМ і каналом зв'язку, повноваженнями залучати для консультації керівників підприємства, на якому проводиться реструктуризація. Команду по проведенню моніторингу (БМ) бажано оснастити експертною системою, що могла б забезпечити виконання задач опрацювання моніторингової програми і використовувати при виробленні рішень (при упорядкуванні програми і плану, у процесі реалізації програми і виконанні коригування. Команда по виконанню

моніторингу (БМ) повинна формуватися одночасно з формуванням команди проведення реструктуризації (2-й етап на рис. 5.).

У період формування БМ повинні бути вирішені наступні основні задачі:

- визначення складу БМ і його технологічне забезпечення;
- визначення об'єктів (ВВ) спостереження;
- визначення параметрів моніторингу;
- визначення функцій опрацювання моніторингової інформації і їх програмне забезпечення.

Розглянемо докладніше ці задачі і достатні засоби для їх вирішення.

Склад БМ і технологічне забезпечення.

Для вирішення задач моніторингу має бути виділений хоча б один оператор, оснащений експертною системою, персональним комп'ютером і системою зв'язку для одержання інформації про об'єкти моніторингу. Він же може виконувати обов'язки інженера по знаннях.

Визначення об'єктів моніторингу.

Об'єктами моніторингу є параметри, склад і характеристики, які доцільно визначити в процесі створення програми реструктуризації. Для виділення об'єктів моніторингу необхідно піддати аналізу всі множинні (а не одиничні) об'єкти, що використовуються та аналізуються в процесі реструктуризації. Такими множинними об'єктами є:

- причини, що визначають необхідність реструктуризації;
- показники ефективності функціонування підприємства;
- типові проблеми українських підприємств, що потребують реструктуризації;
- зовнішні та внутрішні причини, що визначають необхідність реструктуризації на підприємстві;
- умови успіху та причини невдач у процесі реструктуризації;
- етапи програми реструктуризації;
- найбільш поширені інструменти реструктуризації;
- вимоги до програми реструктуризації;

- напрями реструктуризації;
- перелік заходів програми реструктуризації;
- зміни, що проводяться в процесі реструктуризації;
- характеристики системи маркетингу підприємства;
- параметри ринку.

Однак об'єктами системи моніторингу стають не всі множинні об'єкти, а тільки ті, що використовуються багаторазово або в процесі проведення реструктуризації, або в процесі спостереження за діяльністю підприємства. Безпосередній аналіз показує, що як об'єкти системи моніторингу (СМ) можуть бути обрані показники ефективності функціонування підприємства, етапи реструктуризації, перелік заходів програми реструктуризації, зміни, що проводяться в процесі реструктуризації, характеристики системи маркетингу підприємства, параметри ринку.

Для кожної ВВ за методикою, запропонованою в розділі 3 визначається значення критеріїв $F_1 - F_4$. Звичайно F_1, F_3, F_4 визначаються можливостями джерел одержання первинної інформації, якщо ці можливості недостатні, то використовуються функції опрацювання інформації для довизначення потрібних значень критеріїв. Значення F_2 визначається за методикою, запропонованою в §3.3.

При потужній множині ВВ такий шлях організації моніторингу виявляється занадто трудомістким. Тоді використовується наступна організація:

1. Вся множина ВВ класифікується за ознаками належності до об'єктної області (фінанси, ефективність, технології, устаткування, персонал) і швидкості застосування спостережуваного ВВ.

Вся множина ВВ розбивається на запропоновані класи.

2. Для кожного класу визначаються усереднені значення критеріїв F_1-F_4 .

3. Для кожного класу будується окрема СМ, що здійснює спостереження ВВ даного класу.

4. В рамках БМ розробляється схема моніторингу всіх класів ВВ. В схемі

зазначено:

- переліки ВВ кожного класу;
- розклад моніторингу для ВВ кожного класу.

Визначення параметрів проведення моніторингу по кожній ВВ.

Ці параметри повинні визначатися командою, що проводить моніторинг. Для прикладу наведемо показники ефективності функціонування підприємства:

- прибутковість;
- наявність позитивних грошових потоків від основної діяльності;
- зростання продуктивності праці;
- зростання продуктивності усіх видів ресурсів;
- зростання обсягів продажу;
- зростання обсягів експорту.

Визначення функцій обробки інформації системою моніторингу і їх реалізації.

Функції обробки інформації, що видаються СМ, можуть бути найрізноманітнішими і необов'язково покладаються на СМ. Ці функції можуть бути виконані у споживача інформації СМ або спеціальною системою обробки інформації, що не входить до складу СМ. Покладання функцій опрацювання інформації на СМ виконується для конкретної системи. Типовими алгоритмами обробки інформації є:

- алгоритм прогнозування змін ВВ;
- алгоритм визначення величини відхилень ВВ;
- алгоритм підтримки прийняття рішень.

У системі моніторингу процесу реструктуризації передбачається, що СМ відслідковує результати виконання заходів програми, вплив результатів виконання програми на загальний стан підприємства і прийняття рішень з коригування початкових планів у разі потреби.

Універсального алгоритму підтримки прийняття рішень на даний час немає, для конкретних же предметних областей, зокрема для рішення проблем коригування планів реструктуризації, його розробити можна, але ця задача має

складну реалізацію. Тому розробляти такий алгоритм доцільно, якщо він буде призначений для широкого кола задач реструктуризації. Причому варто порушити питання ширше: розробити алгоритм автоматизації упорядкування програми реструктуризації і коригування цієї програми в разі потреби.

Розгляд програми реструктуризації та інструментів реструктуризації показує, що алгоритми моніторингу грають важливу роль у процесі реструктуризації, тому їх можна включити до списку інструментаріїв реструктуризації.

4. Моніторинг у маркетингу.

Система маркетингових досліджень неймовірна без використання СМ, яка вирішує дві важливі задачі дослідження: перегляд і оцінка значень параметрів маркетингової ситуації; порівняльний аналіз і вироблення рішень за значенням кожного параметра. Так як і для процесу реструктуризації в маркетингових дослідженнях бере участь потужна множина спостережуваних параметрів і їх відбір складає проблему. Для її рішення коротко розглянемо характер процесів і основні об'єкти маркетингових досліджень.

Термін «маркетинг» стало застосовуватися у вітчизняній економіці після відмови від командної системи господарювання і переходу до ринкових відносин. На підприємствах та об'єднаннях почали створюватися служби маркетингу. Створення і впровадження таких служб — основний захід проведення реструктуризації.

У міру впровадження, застосування і використання служби маркетингу розширюються функції і посилюється значення її. Якщо спочатку маркетингові дослідження проводилися для налагодження взаємодії з ринком, то нині вони використовуються для обґрунтованого планування обсягів випуску і номенклатури продукції і послуг, розробки нової продукції, вивчення попиту, питань ціноутворення, реклами, стимулювання збуту, організації збуту і продажу.

У будь-якому випадку робота служби маркетингу будується на результатах аналізу маркетингової інформації. Ця інформація велика за обсягом, оскільки пов'язана з описом характеристики підприємства, ринку і конкурентів, крім того, вона динамічна і нестабільна. Для одержання маркетингової інформації використання системи моніторингу — необхідність. При розробці такої системи трудність полягає у визначенні й описуванні об'єкта моніторингу через велику розмірність опису. Але така задача повинна бути вирішена, оскільки в сучасних ринкових умовах без цього обійтися неможливо.

Маркетинг вже почав застосовуватися у практиці діяльності українських підприємств. Недостатній рівень служби маркетингу на підприємстві позначається на результатах його роботи. Перш за все, виявом цього є безсистемність і недостатність інформаційного забезпечення служби маркетингу. При організації служби маркетингу слід враховувати дві обставини:

- маркетинг, забезпечення служби маркетингу коштують дорого;
- для будь-яких дій і рішень, що готуються службою маркетингу, потрібна початкова аналітична інформація, яка дає можливість прийняти найбільш зважене управлінське рішення. Таку інформацію можна надати саме завдяки діагностичному аналізу.

Тому найперше системне завдання – визначити організаційно і змістовно рівень розумної достатності маркетингу на кожному етапі його діяльності.

Друге системне завдання — організація системи одержання діагностичної інформації про стан підприємства, ринку, місце підприємства на ринку і взаємовідносини із конкурентами.

Діагностика допомагає поглянути на ситуацію в компанії зсередини, вона призначена для пошуку і виділення найбільш важливих і складних проблем в управлінні маркетингом. Основною задачею діагностики є звуження масштабів пошуку проблем та їх вирішення. Цей вид аналізу передбачає подальше проведення додаткових аналітичних досліджень у визначених напрямках.

Експрес-діагностика підприємства передбачає вивчення поточних аспектів діяльності компанії. Проводиться для одержання невеликої кількості ключових, найбільш інформативних показників, які дають точну об'єктивну картину стану підприємства, що, у свою чергу, дає можливість виділити проблемні сфери в діяльності підприємства і запропонувати можливі варіанти виходу з критичних ситуацій.

Дуже важливо розглядати всі показники в динаміці, оскільки це дає можливість їх порівняти, оцінити тенденції змін. Складові аналізу, як правило, легко доступні на підприємстві й у той же час вельми інформативні. Порівнявши результати такого аналізу з фінансовими коефіцієнтами, можна одержати досить повну картину ситуації, що склалася на підприємстві.

Основу експрес-діагностики складає поточний аналіз комплексу маркетингу, тобто:

- продукту;
- ціни;
- просування;
- каналів збуту.

Такий аналіз проводиться відносно споживачів, конкурентів і діяльності самого підприємства.

Здійснювати керівництво маркетинговими функціями досить складно. Діяльність підприємства відбувається у складному маркетинговому середовищі, що складається з контрольованих і неконтрольованих чинників. Маркетингове середовище подано чинниками тісно пов'язаними з діяльністю підприємства, що впливають на рівень обслуговування споживачів, інші підрозділи підприємства, учасниками каналів збуту, постачальниками, конкурентами тощо.

Основні етапи маркетингового аналізу можна подати в такому вигляді.

Аналіз маркетингового середовища:

1. Аналіз зовнішнього середовища - основні чинники, що визначають вплив середовища.

2. Ринок - основні сегменти.
3. Споживачі - аналіз характеристик споживачів і степеня задоволення їх.
4. Конкуренти - аналіз сильних і слабких сторін порівняно з конкурентами.
5. Канали збуту - основні ринкові карти, що відображають структуру товароруху.
6. Постачальники - особливості процесу взаємовідносин із постачальниками.

Аналіз організації маркетингу:

Узгодженість — як співробітничав відділ маркетингу з іншими підрозділами підприємства.

Аналіз систем маркетингу:

1. Маркетингова інформаційна система — чи забезпечує вона своєчасну, повну і достовірну інформацію.
2. Система контролю маркетингу — чи виконуються задачі, поставлені планами маркетингу.

Аналіз ефективності маркетингу:

Аналіз прибутковості та аналіз витрат — наскільки прибутковими є окремі товари, ринки підприємства і наскільки ефективними є маркетингові заходи.

Аналіз функцій маркетингу:

Аналіз комплексу маркетингу і його доцільності.

Згідно з маркетинговою філософією підприємство прагне задовольнити потреби споживача з вигодою для себе. Як бачимо, ця концепція прямо протилежна орієнтації на процес виробництва, коли підприємство приділяє увагу лише виготовленню продукції, яку потім потрібно продати.

Шлях від «виробничого мислення» до «ринкового» — спочатку поглянути на зовнішній світ зсередини, потім поглянути на себе ззовні. Тому, аналізуючи поточний стан маркетингу підприємства, потрібно поділити

аналізовані чинники на такі, що контролюються підприємством (вибір цільового ринку, комплекс маркетингу, організація маркетингу), і такі, що не контролюються ним (споживачі, конкуренти). Це потрібно для зрозуміння того, на що підприємство може вплинути, що слід змінити в маркетингу, а що просто прийняти.

На рис. 7 наведено комплекс елементів маркетингу.



Рис. 7. Комплекс елементів маркетингу.

Аналіз проводиться щодо споживачів, конкурентів і діяльності самого підприємства по кожному цільовому ринку (рис.8).



Рис. 8. Аналіз поточного стану маркетингу.

Аналіз комплексу маркетингу є дуже важливим для підприємства. На його основі маркетологи повинні добрати найкраще для підприємства сполучення всіх зазначених елементів. Конкуренція часто впливає на

маркетингові рішення і на успіх при виході на цільові ринки. Тому підприємство повинно зібрати про своїх конкурентів якомога більше інформації.

Після аналізу наведених чинників необхідно зробити висновки щодо поточної маркетингової діяльності.

По кожній із названих рубрик — продукція, ціна, ринки, оцінка клієнта, посередники, споживачі, конкуренти, система просування товарів, упакування, мережа руху товарів і збуту продукції, післяпродажне обслуговування — складається перелік можливих питань для дослідження елементів комплексу маркетингу і найважливіших функцій маркетингової діяльності.

Як приклад наведемо перелік питань для рубрики «продукція»:

Якими є спеціальні характеристики або в чому унікальність товару?

Який існує асортимент товарів на кожному ринку, де ведеться торгівля товарами підприємства?

Споживчі якості власного товару і товарів конкурентів.

Як оцінюється ваш товар порівняно з товарами конкурентів?

Чи враховується точка зору споживачів під час розробки товарів або їх модернізації?

Якою мірою асортимент і якість товарів задовольняють споживачів?

Які чинники є визначальними під час купівлі товару споживачами?

Чи прийнятний колір товару?

Чи прийнятна мова, зміст і малюнки в інструкціях?

Чи відповідає технологія виробництва продукту вимогам?

Чи є післяпродажне обслуговування?

Розглянуті питання дають можливість оцінити та оформити об'єкт моніторингу в системі моніторингових досліджень.

При обробці моніторингової інформації маркетингу головна ціль — оцінити конкурентну спроможність підприємства в конкретних умовах і можливості його стабільної роботи та розвитку.

Основним методом аналізу при цьому є порівняльний аналіз конкурентної спроможності підприємства, порівняльний аналіз розміщення підприємства в області, наявність природних ресурсів, життєвий цикл області.

Головні етапи порівняльного аналізу: визначення 3—5 сильних сторін підприємства; визначення 3—5 слабких сторін підприємства; виявлення 3—5 потенційно сприятливих можливостей для бізнесу; виявлення 3—5 потенційних загроз навколишнього середовища.

Проведення порівняльного аналізу має на меті дати відповідь на такі питання:

1. Як пов'язані головні проблеми підприємства з його сильними і слабкими сторонами, а також із позитивними і негативними чинниками зовнішнього середовища?

2. Як ефективніше використовувати сильні сторони і сприятливі зовнішні чинники для вирішення головних проблем? Як ліквідувати або максимально зменшити вплив слабких сторін і зовнішніх загроз?

Для проведення порівняльного аналізу використовується перелік основних чинників: чинники ринку і конкуренції; фінансові та економічні чинники; виробничі чинники; організаційні чинники; кваліфікація керівництва; кваліфікація персоналу; рівень винагород; можливість навчання і підвищення кваліфікації.

Виробничий план ґрунтується на маркетинговому прогнозі обсягів продажу і номенклатурі продукції. Для кожного виду продукції є свої стандарти щодо трудових і матеріальних витрат. Для кожного з них можуть бути намічені різні підходи при виявленні необхідних товарно-матеріальних запасів, що впливає на кількість матеріалів, які підлягають обробці, і графік виробничих замовлень. Залежно від необхідних обсягів запасів і відповідної потреби в людських ресурсах та оснащенні виробничий план використовується для складання докладних графіків виробництва, планів використання робочої сили і калькуляції витрат.

Керуючись набором продуктів і очікуваним виторгом, а також беручи до уваги відповідні стандарти (нормативи) витрат, можна планувати прибутки і грошові потоки. Це дає змогу підприємству передбачити, які спеціальні заходи фінансового контролю необхідно застосувати і коли це потрібно зробити, а також спланувати зовнішню фінансову підтримку (наприклад, банківський кредит).

Як і в попередньому параграфі складається перелік об'єктів моніторингу.

Вище було зазначено, що основним методом маркетингових досліджень є метод порівняльного аналізу, який зручно реалізується експертною системою, тому зручно маркетингові дослідження, включаючи обов'язковий моніторинг, доцільно реалізувати засобами експертної системи. При цьому в системах маркетингових досліджень для проведення порівняльного аналізу визначаються параметри a і b , де a - вектор характеристик товарів, що випускаються фірмою, b - вектор характеристик товарів конкурентів на ринку. Експертна система (у складі СМ) порівнює одноіменні координати векторів a і b і видає:

- рекомендації щодо удосконалення своїх товарів (або вилучення їх із виробництва);
- рекомендації щодо обсягу і темпів випуску товарів;
- прогнози обсягу випуску типів товарів.

Прогнози виробляє експертна система, що використовує методи прогнозування.

Наведемо приклад застосування моніторингу для системи маркетингу, реалізованого експертною системою, використаною при аналізі маркетингової інформації, проведеного на Вознесенському шкіряному об'єднанні "Возко".

Насамперед необхідно вибрати показники, по яких робиться маркетинг. Наприклад, дослідження маркетингової ситуації показали, що в якості таких показників можуть бути обрані параметри:

A_{ij}^{rt} — обсяг продукції, що випускається;

C_{ij}^{rt} — ціна випущеної і продаваної продукції,

де: i — найменування продукції ($i = A, B, C$);

j — індекс регіону продажу (сектор ринку);

t — рік продажу;

r — індекс конкурента в країні ($r = 1, 2 \dots, 4$).

У реальних умовах маркетинговий аналіз робиться за ширшим списком параметрів; не порушуючи узагальнення, обмежимося параметрами А і С для ілюстрації побудови структури БЗ.

Фрагмент структури БЗ ЕС моніторингу маркетингової ситуації наведено на рис. 9.

Фрейм першого рівня					
Перелік областей опису в БЗ					
Слоти					
Виробництво номенклатури продукції КЕУ1	Виробники продукції (конкуренти) КЕУ2	Структура та обсяги продажу продукції КЕУ3	План маркетингу КЕУ4	Ціни КЕУ5	Цільові ринки КЕУ6
Фрейм другого рівня КЕУ1					
Виробництво і продажі типу продукції					
Слоти					
Продукт типу А КЕУ11		Продукт типу В КЕУ12		

Фрейм третього рівня: виробництво продукту А: КЕУ11					
Слоти					
Світове виробництво			Виробництво в Україні		
1989	1990	...	1989	1990	...
\bar{a}_1^{89}	\bar{a}_1^{90}	...	a_1^{89}	a_1^{89}	...
Млн од.	Млн од.	...	Млн од.	Млн од.	...

Фрейм третього рівня: виробники продукції А (конкуренти): КЕУ11	
Слоти	
Ім'я	Параметри

виробника	Якість	Ціна	Експорт	Товарообіг	Маркетинг	Сервіс для клієнтів
Бердичів	низька	висока	відсутній	поганий	поганий	немає даних
Львів	середня і висока	висока	напівфабрикат	середній	відсутній	поганий
Київ	середня і висока	середня	напівфабрикат, краст	гарний	середній	гарний
Івано-Франківськ	низька	середня	відсутній	поганий	поганий	немає даних

Фрейм третього рівня: структура та обсяги продажу продукції А: КЕУ3: КЕУ11					
Слоти					
Регіон 1 Україна a_{11}	Регіон 2 Західна Європа a_{12}	Регіон 3 Росія a_{13}	Регіон 4 Східна і Центральна Європа a_{14}	Регіон 5 СНД, Молдова, Білорусія a_{15}	Регіон 6 США a_{16}

Продовження рис. 9.

Фрейм третього рівня: план маркетингу продукції А: КЕУ4: КЕУ11						
Слоти: дані по роках						
Роки	Обсяг продажу	Темпи річної зміни продажу	Завантаження виробничих потужностей	Чистий прибуток, \$	Середня ціна, \$	Якість продукції
1996	a_1^{96}	– 3	72	5,2 млн	14,9	висока
1997	a_1^{97}	+ 10	90	7 млн	15,4	висока
...
...

Фрейм третього рівня: ціни продукції А: KEY5: KEY11					
Слоти: ціни по регіонах					
Регіон 1	Регіон 2	Регіон 3	Регіон 4	Регіон 5	Регіон 6
C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}

Рис. 9. Фрагмент структури БЗ ЕС моніторингу маркетингової ситуації

На рисунку використано такі позначення:

\bar{a}_1^{89} — світове виробництво продукції А в 1989 р.;

a_1^{89} — виробництво продукції А в Україні в 1989 р.;

a_{ij} — виробництво i -ої продукції i у j -му регіоні (секторі ринку);

C_{ij} — ціна i -ої продукції у j -му регіоні (секторі ринку).

Аналогічні фрейми третього рівня використовують у БЗ для продукції Б, В і т. д.

Аналіз маркетингової ситуації виконується в блоці логічного виводу (БЛВ) експертної системи.

При формуванні програми виводу можна орієнтуватися на застосування дедуктивного та індуктивного підходів, а також прямого і зворотного методів виводу.

Зміст програмного модуля (П-модуля) БЛВ складає правила продукції двох типів:

IF $Q \geq Q^r$ THEN OK ELSE W;

IF $Q \leq Q^r$ THEN OK ELSE W,

де: Q — обсяг або ціна продукції, яка випускається "ВОЗКО";

Q^r — ті ж реквізити r -го конкурента;

OK — повідомлення менеджеру про сприятливий результат отриманих досліджень;

W — повідомлення менеджеру про необхідність прийняття рішення.

П-модуль БЛВ ЕС моніторингу маркетингової діяльності вирішує всі задачі маркетингового аналізу: по кожному типу продукції утримання будь-

якого фрейму БЗ; упорядковані ряди значень продажів кожного продукту по всіх регіонах свого підприємства і підприємств-конкурентів, впорядковані часові ряди продажів по типах продукції, регіонах, підприємствах; задані порівняльні характеристики по продажах і якісних характеристиках продукції при будь-яких сполученнях параметрів (продукт, регіон, рік випуску, підприємство).

Лекція 9. Оцінка економічної ефективності застосування методів моніторингу.

1. Теоретичні засади оцінки економічної ефективності систем моніторингу.

2. Оцінка економічної ефективності методів моніторингу

1. Теоретичні засади оцінки економічної ефективності систем моніторингу.

Розрахунок економічної ефективності і її оцінки є потужним важелем впровадження систем менеджменту і входних у нього функціональних підсистем, у тому числі підсистеми моніторингу. Оцінка знову розроблювальної або модернізовуваної системи завжди була найважливішою умовою її впровадження. Ця умова визначається необхідністю очікуваного і реально одержуваного приросту ефективності з витратами фінансових, кадрових, часових і інших ресурсів на проектування, впровадження, модернізацію.

Приступаючи до рішення задачі оцінки економічної ефективності будь-якого об'єкта необхідно враховувати, що ця задача належить до класу особливо складних. Ця обставина визначається тим, що для її рішення потрібна не тільки розробка моделі функціонування об'єкта, але і моделі функціонування середовища об'єкта, яка відображає основні його зв'язки і взаємодії.

Складність розробки задачі оцінки ефективності ставить, таким чином, метазадачу оцінки складності (вартості) рішення комплексної задачі оцінки. Такі заходи порівнянні за витратами із вартістю проектування і впровадження самого об'єкта, тому на практиці таким складним шляхом рішення не приймаються, а використовується один із двох підходів:

- оцінка економічної ефективності по дуже спрощених моделях;
- використання для оцінки вже існуючих (звичайно галузевих) моделей і методів розрахунку економічної ефективності.

Особливе значення набуває оцінка ефективності заходів, спрямованих на автоматизацію управління в економічних системах, зокрема розробки інформаційного забезпечення управління, де системи моніторингу набувають

привілейованого значення. Розглядаючи цю проблему в напрямку оцінки ефективності варто виходити з нерозривного діакритичного зв'язку: об'єкт управління - система управління - середовище функціонування, тобто вирішувати це питання винятково в системній інтепретації.

Сплеск уваги до розробки методів і методик оцінки економічної ефективності проектів і окремих заходів відбувся в середині 60-х років. Це було пов'язано із розпочатим широким впровадженням засобів обчислювальної техніки в системи управління економічними об'єктами (підприємства, об'єднання, галузі). У будь-якому проекті автоматизації вимагали обов'язкового обґрунтування очікуваної економічної ефективності. Логічним оформленням цієї тенденції можна вважати публікацію методики. Запропонована методика широко використовувала коефіцієнти із широким діапазоном зміни, обґрунтовані суб'єктивним шляхом. Тому отримані результати могли бути в широких межах підігнані виконавцями до бажаного рівня. З цих причин вже в ті роки методика застосовувалася директивно і не зіграла своєї позитивної ролі.

Заходи в області оцінки економічної ефективності тоді матимуть практичну цінність, коли вони будуть постійно здійснюватися по мірі функціонування об'єкта управління, безупинно оцінювати якість управління і сигналізувати про необхідність його поліпшення. В основі реалізації такого підходу повинні лежати:

- участь перших керівників в аналізі й оцінці економічної ефективності;
- правильний вибір критеріїв оцінки;
- безперервність проведення оцінки і прийняття рішень за їх результатами.

Розглянемо можливість реалізації такої системи.

Діюча система управління визначає місію, цілі, стратегічні і поточні плани, заходи щодо впровадження нової техніки і технології. Реалізацію необхідних заходів визначають показники, що складають у своїй сукупності критерій оцінки виконання стратегічних і тактичних цілей об'єкта. Позначимо літерою X множину всіх точок фазового простору в системі координат, що

відповідають обраним показникам, які є якісними характеристиками роботи економічного об'єкта: обсяг випуску товарної і чистої продукції, витрати, прибутки, собівартість продукції, продуктивність праці і т.п.

Фазовий простір X утвориться в такий спосіб: нехай $\{x\}$ утворює множина точок $x \in X$. Кожний вектор x має розмірність m , отже, $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$, де m - кількість обраних показників ефективності роботи об'єкта, а $x_i \in X_i$ - проекції точки x на вісь координат X_i , що визначає множину значень i -го показника ефективності. Нехай кожна координата X_i приймає одне із значень дискретної множини x_{ij} , $j=1, 2, \dots, n_i$, де n_i - потужність множини значень X_i , тоді X утвориться як множина всіх точок $x_{ij} \in X$. Кожна точка представляє собою m -розмірний вектор у просторі X і відображає конкретні значення, що приймають показники ефективності. При успішному функціонуванні об'єкта управління значення x_{ij} вважаються приналежні області X^0 ($x_{ij} \in X_0$) і видача на об'єкт управляючих сигналів (керівних впливів) стає непотрібною.

У реальних умовах функціонування економічного об'єкта, що відрізняються від ідеальних, різні негативні впливи зовнішні (порушення графіка постачань сировини і комплектуючих, перерви в енергопостачанні, природні стихійні лиха) і внутрішні (аварії агрегатів, нещасні випадки, помилки в менеджменті) можуть призвести до того, що вектор x вийде за межі області X^0 з вини одного, декількох або всіх значень показників. Задача системи управління - утримати або повернути вектор x в область X^0 в якомога короткий час. Для цього система управління видає на об'єкт керівні впливи, які пов'язані з витратами деяких ресурсів (дозвіл на перевищення фонду заробітної плати, видачу додаткових фінансових і матеріальних коштів, зміна технологій). Звичайно додаткові ресурси виділяються системою управління в умовах жорстких обмежень. Так, якщо в розпорядженні системи управління знаходиться ресурс $W = (w_1, w_2, \dots, w_p)$, де p - число видів ресурсів керуючої системи, то загальний ресурс W і його види w_i обмежені. Чим швидше вдається повернути вектор x в область X^0 і чим менший сумарний додатковий ресурс витрачений при цьому, тим краще працює система управління об'єктом

мінімізує час виходу керованого об'єкта, точніше характеризуючих його функціонування показників $\{X_i\}$, за межі області X^0 при мінімально можливих сумарних витратах ресурсів W .

Перебування вектора x в області X^0 представляє собою формалізацію поняття цілі управління [139]. Дійсно, досягнення цілі управління забезпечується виконанням програми управління складає забезпечення цієї програми. Виконання умови $x \in X^0$ як раз і виражає чинник успішного виконання завдань, що фіксуються програмою управління в межах області X^0 можливо тільки в ідеалізованих, нереальних умовах, на котрі не можна постійно орієнтуватися.

Під впливом несприятливих зовнішніх і внутрішніх обурень, а також через обмеженість ресурсів керуючої системи об'єкт управління (вектор x) може виходити з області X^0 , але він залишається в межах X . Тому є сенс класифікувати, а ще краще ранжувати доповнення простору щодо області X^0 і розглядати крім X^0 інші підпростори $X^k \subset X$ так, щоб виконувалися умови

$$UX^k = X, X^k \subset X^{k+1}, k = 0; 1; 2; \dots$$

У даній інтепретації X^1 представляє область у просторі X , що цілком включає в себе X^0 , а також її окіл. Перебування об'єкта за межами X^0 , але в межах X^1 характеризується меншою ефективністю функціонування об'єкта. Міркуючи таким чином і далі, можна побудувати зростаючу по потужності послідовність підмножин точок фазового простору X - областей X^0, X^1, X^2, \dots, X . Зростання індексу при X вказує на збільшення відхилення стану об'єкта управління від наміченої програми, тобто зменшення рівня ефективності функціонування в порівнянні з рівнем, забезпечуваним при $x \in X^0$.

Визначена таким правилом побудови областей X^k є зростаючою послідовністю, що задовольняє властивості адитивності і належить до адитивного класу. Будемо розглядати функціонування $F(X^1, X^2, X^3, \dots, X)$ і вважати, що на кожній області точок простору X^k він має постійне значення. Таке трактування має цілком визначену фізичну інтепретацію: область X^0 містить значення вектора x , відповідного найбільш сприятливим значенням

ефективності функціонування об'єкта управління. При цьому $F=F^0$ відповідає оцінці (не обов'язково чисельній) ефективності функціонування економічного об'єкта. При влученні x у різницю областей $X^1 - X^0$ оцінка ефективності приймає значення F^1 . У загальному випадку, якщо $x \in X^k - X^{k-1}$, оцінка приймає значення F^k . Тоді функціонал F вимірюємо в просторі X , а самий простір називається лебеговою підмножиною функції F або

$$X [F \geq f], f \geq 0.$$

Області X^0, X^1, X^2, \dots, X представляють собою лебегові множини функції F . Якщо F заданий у вигляді неперервної функції в X , то середнє значення функціонала Φ визначається інтегралом Лебега

$$\Phi(X^k) = \int_{X^k} F^k d\mu$$

де μ - міра Лебега.

2. Оцінка економічної ефективності методів моніторингу

Оцінка економічної ефективності повинна робитись з метою рішення реальних потреб підтримування високої ефективності функціонування об'єкта управління. Сучасні економічні об'єкти працюють в умовах високої нестабільності і ризику. Це, в першу чергу, зумовлено змінюваністю ринку. Тому ці причини вимагають створення системи неперервної оцінки рівня ефективності функціонування об'єкта й ухвалення рішення у випадку небажаного зниження цього рівня. Для цього необхідно:

- сформулювати критерій оцінки ефективності функціонування об'єкта управління F ;
- побудувати систему одержання неперервної оцінки протягом усього часу функціонування об'єкта;
- передбачити наявність системи аналізу причин зниження рівня ефективності і впливи на неї параметрів, забезпечуваних СМ.

При цьому повною мірою можна використовувати результати побудови системи економічного контролінгу.

Якщо такі параметри будуть визначені і прийняті заходи для їхнього коригування, то задачу управління системою моніторингу і підтримки її роботи на високому рівні можна вважати вирішеною.

Розглянемо послідовно перераховані заходи.

1. В умовах ринкової економіки ефективність функціонування економічного об'єкту визначають насамперед наступні показники:

- прибуток підприємства, обсяг товарної і чистої продукції підприємства;
- собівартість продукції, продуктивність праці, положення на ринку щодо конкурентів.

Практично всі перераховані показники можуть мати чисельне вираження у відносних або абсолютних одиницях, віднесених до заданого періоду часу, у бальних оцінках. Для визначення областей X^k необхідно класифікувати значення обраних показників, що відповідають класам: відмінні значення, добрі значення, задовільні значення, незадовільні значення (чотирибальна оцінка).

2. Система неперервної оцінки критерію ефективності Φ функціонування об'єкта може бути побудована з використанням моделі, поданої в даному параграфі. Для практичних цілей зручно задавати функціонал F або вимірну по Лебегу функцію так, щоб у міру підвищення індексу при X , а отже, і при F значення F^k зростало

$$F^0(X^0) < F^1(X^1) < F^2(X^2) \dots F(X)$$

тоді функціонал F природним способом відображає функцію штрафу, зростаючу в міру віддалення значення вектора x від області X^0 , але сумарні втрати не вимірюються тільки інтегралом Лебега, тому що вони визначаються і часом перебування об'єкта в різних областях. Тому введемо до розгляду розкладання $\{E\}$ простору в аддитивному класі і на кожній з множин E^k визначимо інтеграл Лебега - середнє значення вимірної функції Φ^k . Множина розкладання $\{E\}$ визначаються співвідношеннями

$$E^k = X^k - X^{k-1}$$

На кожній множині E^k визначається середнє значення функції штрафу

$$\Phi^k = \int_{E^k} F^k d\mu \ .$$

Якщо об'єкт управління в моменти часу t_1, t_2, \dots, t_{r-1} робить перехід з однієї області X^k в іншу, а T - деякий відрізок часу, наприклад, один рік, і $t_{r-1} \leq T \leq t_r$, то середній розмір штрафу за час T визначиться у для кусково-лінійної функції $\Phi(T)$:

$$\Phi(T) \left\{ \begin{array}{l} \Phi^{k_1 N} \text{ при } 0 \leq t \leq t_1 \\ \Phi^{k_2} \text{ при } t_1 \leq t < t_2 \\ \dots\dots\dots \\ \Phi^{k(r-1)} \text{ при } t_{r-2} \leq t < t_{r-1} \\ \Phi^{k(r)} \text{ при } t_{r-1} \leq t < t_r \end{array} \right.$$

Індекси κl ; $\kappa 2$; ...; κr приймають значення, зумовлені номером області κ , у який переходить об'єкт.

Функція $\Phi(T)$ практично легко обчислюється, якщо має місце випуск крупно- і середньосерійної продукції, а також у неперервних виробництвах, де значення інтервалу часу (t_{r-1}, t_r) рівнозначно по всій довжині часової осі. Для малосерійних виробництв на визначення $\Phi(T)$ слід щоразу підходити індивідуально з урахуванням специфіки і положення відрізків часу на часовій осі.

У загальному випадку середньорічна ефективність об'єкта управління визначається зі співвідношення

$$\Phi(T) = \frac{1}{T} \int_0^T \Phi(t) dt \quad ,$$

або

$$\Phi(T)=\frac{1}{T}\sum_{\alpha=1}^{\kappa}t_{\alpha}\Phi^{\alpha} \quad .$$

У сприятливих умовах функціонування керованого об'єкта $x \in X^0$ і досягається найбільша ефективність функціонування $\Phi(T) = \Phi_m$. Якщо система управління об'єктом досить ефективна і продуктивна, забезпечена достатнім ресурсом, то вона постійно утримує вектор x в області X^0 (за винятком

аварійних і стихійних ситуацій). А це еквівалентно роботі об'єкта в ідеальних умовах. У цьому випадку

$$\Phi(T) = \frac{1}{T} \int_0^T \Phi_m dt = \Phi_m \cdot (1)$$

Система управління в реальних умовах забезпечує ефективність керованого об'єкта $\Phi(T)$ і різниця $\Phi_m - \Phi(T)$ визначає ефективність системи управління $\Phi_{SU}(T)$

$$\Phi_{SU}(T) = \Phi_m - \Phi(T) \cdot (2)$$

Величина Φ_m може бути визначена методом використання прототипів, на основі максимальної продуктивності всіх підсистем економічного об'єкта при ідеальному забезпеченні всіма ресурсами і сприятливими зовнішніми умовами, або за допомогою методів імітаційного моделювання роботи об'єкта в ідеальних умовах.

Метод прототипів застосовується тоді, коли є аналоги розглянутому економічному об'єкту, тобто підприємства, що випускають аналогічну продукцію. У цьому розумінні в якості Φ_m вибирається комплексний показник самого передового підприємства з числа аналогів.

При визначенні Φ_m на основі аналізу максимальної продуктивності всіх підсистем може бути паралельно вирішена ще одна задача удосконалення економічного об'єкта: визначення вузьких місць функціонування.

У будь-якому випадку оцінка Φ змінюється дуже повільно у часі у зв'язку з реалізацією стратегічних заходів на об'єкті: перехід на нову продукцію, докорінна зміна технології й устаткування, впровадження новацій, реінжиніринг менеджменту.

3. Щоб система неперервної оцінки ефективності функціонування об'єкта моніторингу була конструктивною і дійсно корисною, необхідно в складі системи управління економічним об'єктом передбачити наявність органа (підрозділа) неперервної оцінки контролю ефективності об'єкта (ОНКЕО). Оскільки основне призначення ОНКЕО - неперервне отримання й аналіз

інформації про значення показника ефективності, то цілком природна його побудова на базі використання алгоритмів моніторингу. При цьому доцільно передбачити два контури моніторингу: зовнішній і внутрішній. Внутрішній контур призначений для визначення функції $\Phi(T)$ і $\Phi_{SU}(T)$, зовнішній контур вирішує задачу визначення ефективності СМ.

Блок-схема роботи ОНКЕО показана на рис. 10. Пунктиром виділений внутрішній контур моніторингу.

Внутрішній контур одержує інформацію, в основному, із системи бухгалтерського обліку і дискретність його роботи повинна збігатися з періодом відновлення бухгалтерської звітності. Тут найбільше прийнятним передбачається подекадний і помісячний період дискретності. Зовнішній контур ініціює цикл в блоці “Аналіз значення $\Phi(T)$ ”, дискретність його роботи (період дискретності) перевищує дискретність роботи внутрішнього контуру і визначається цілями управління СМ. Найбільше прийнятним виглядає квартальний, піврічний і річний період дискретності.

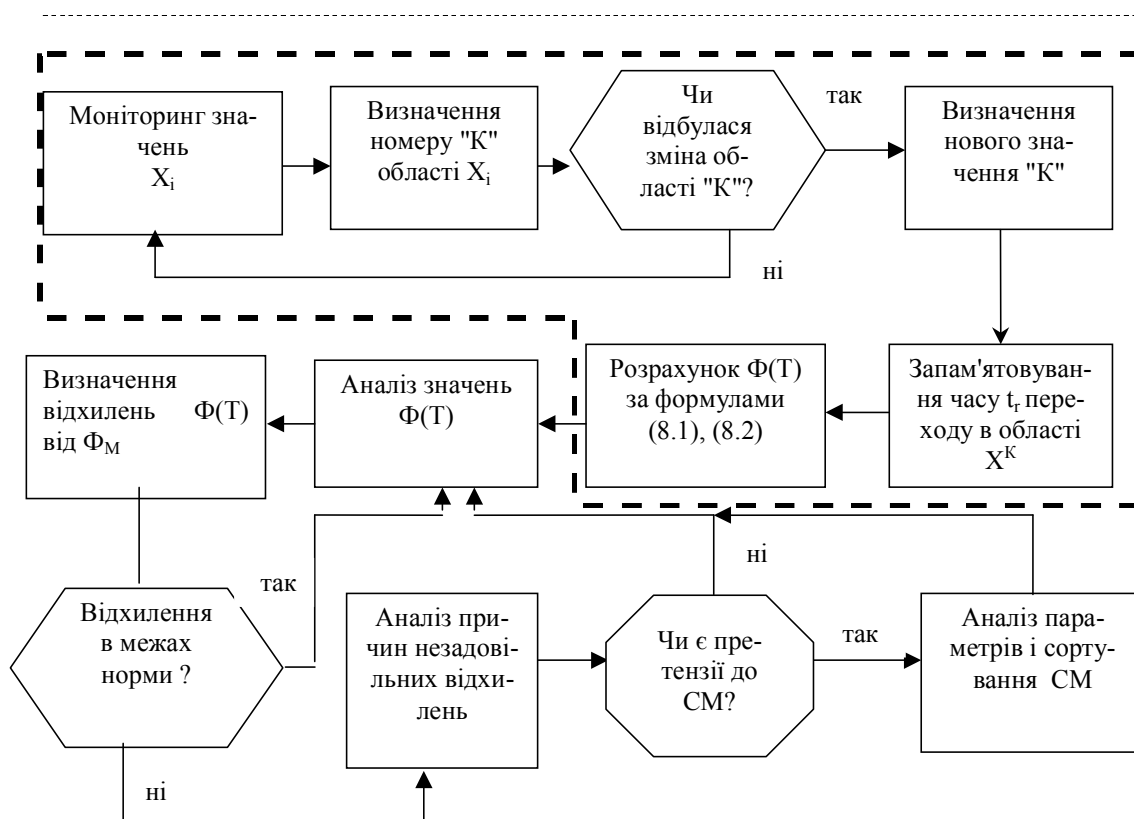


Рис. 10 Блок-схема алгоритму роботи ОНКЕО

Подана блок-схема алгоритму роботи ОНКЕО виконує аналіз економічної ефективності роботи керованого об'єкта для рішення глобальних цілей управління і використовує показник загальної економічної ефективності економічного об'єкта.