

УДК 004.9

Золотухіна О. А. Державний університет телекомунікацій, Київ

СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРОЛЮ ВИТРАТ РЕСУРСІВ

Визначено структуру інформаційної технології контролю витрат ресурсів, яка враховує наявність недосконалої інформації в описі об'єктів та процесів предметної галузі. Запропоновано використовувати засоби та методи обробки недосконалих даних в блоках отримання та обробки даних про поточні характеристики об'єктів та процесів, в блоках користувальницького інтерфейсу та в модулях реалізації бізнес-логіки виробничих процесів.

Ключові слова: інформаційна технологія, інформаційний об'єкт, методи і засоби інформаційної технології, витрата ресурсів, недосконала інформація

Zolotukhina O. A. State University of Telecommunications, Kyiv**STRUCTURE OF RESOURCE SUPERVISING INFORMATION TECHNOLOGY**

The feature of the resource supervising tasks is that a substantial part of the information on the resources has signs of imperfection. This is manifested in ambivalent data (information about the same object/process is represented by various sources that may contain discrepancies), imprecise data (interval, approximate values or expert estimates), uncertain data (the data is determined with some probability of reliability), incomplete data (values are missing, lost, have incomplete description, etc.).

The article defines the structure of information technology for resource supervising that takes into account the presence of imperfect information in the description of objects and processes of the domain. The main information objects were determined by studying peculiarities of obtaining information on the properties of real objects/processes, methods of presentation and the degree of the description formalization. Such objects are databases of equipment, databases of operating indicators and a database of normative documents. Technical tools of information technology for resource supervising include computer tools that are used to organize the work of client software applications, servers (including cloud storage) used to store information object databases, special technical devices (sensors, measuring devices, etc.) used to obtain equipment/machinery data. It is proposed to use in information technology tools and methods of processing of imperfect data in blocks related to obtaining and processing data on the current characteristics of objects and processes, in user interface blocks and in business-modules. The allocation of imperfect data at the level of the database structure is proposed.

Keywords: information technology, information object, methods and tools of information technology, resource supervising, imperfect information

Золотухіна О. А. Государственный университет телекоммуникаций, Киев**СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
КОНТРОЛЯ РАСХОДА РЕСУРСОВ**

Определена структура информационной технологии контроля расхода ресурсов, учитывающей наличие несовершенной информации в описании объектов и процессов предметной области. Предложено использовать средства и методы обработки несовершенных данных в блоках получения и обработки данных о текущих характеристиках объектов и процессов, в блоках пользовательского интерфейса и в модулях реализации бизнес-логики производственных процессов.

Ключевые слова: информационная технология, информационный объект, методы и средства информационной технологии, расход ресурсов, несовершенная информация

© Золотухіна О. А. 2018

1. Вступ. Постановка задачі

Інформаційна технологія відповідно до [1] представляє собою набір знань про організацію процесу створення або зміни інформаційних об'єктів. Будь яка інформаційна технологія включає в себе дані про структуру та можливі характеристики інформаційних об'єктів, опис необхідних засобів (програмних та/або технічних) та перелік методів, які дозволяють досягнути бажані характеристики інформаційних об'єктів. В загальному сенсі під інформаційним об'єктом розуміють представлення в інформаційній системі реального об'єкту, події, процесу, явища тощо у вигляді опису (частіше за все, формалізованого) його структури, атрибутів, обмежень цілісності, можливої поведінки та інших характеристик, важливих для інтерпретації в рамках певних задач конкретної предметної галузі.

Ключовою проблемою сучасних систем планування та управління ресурсами підприємства є відповідність програмних засобів вимогам бізнесу та питання оптимальності запропонованих рішень [2]. Особливістю задач контролю витрат ресурсів є те, що питома частина інформації про предмети праці, режими їх використання та показники експлуатації, а також задіяні витратні матеріали має ознаки недосконалості. Це проявляється у наявності суперечливих даних (інформація про один і той же об'єкт/процес представлена різними джерелами, що можуть містити розбіжності), неточних даних (інтервальні, приблизні значення чи експертні оцінки/формулювання), ненадійних даних (визначені з певною мірою достовірності), неповних даних (відсутні або втрачені значення, неповний опис тощо) [3,4].

Мета статті. В роботі пропонується структура інформаційної технології контролю витрат ресурсів, яка враховує можливий негативний вплив недосконалої інформації на якість розрахунків показників виробничих процесів та прийняття рішень щодо планування та управління ресурсами підприємства.

Розробка інформаційної технології контролю витрат ресурсів полягає в наступному:

- зменшення витрат невідновних ресурсів за рахунок ефективного планування і контролю їх витрат;
- зменшення зносу основних засобів праці (основні матеріальні ресурси) шляхом своєчасного прогнозування заходів з технічного обслуговування та ремонту і врахування режимів (схем циклів) роботи обладнання чи механізмів;
- зниження впливу похибок та помилок розрахунків витрат, що виникають у випадках наявності різних типів недосконалої інформації в даних, пов'язаних із виконанням певних стадій технологічних процесів на підприємстві;
- підвищення якості прийняття рішень щодо планування та контролю витрат ресурсів за рахунок автоматизації дій, пов'язаних із розрахунками характеристик і показників технологічних процесів, що мають ознаки недосконалої інформації.

Постановка задачі роботи полягає у виділенні складових елементів інформаційної технології з точки зору мети ефективного контролю витрат ресурсів. До таких елементів відносяться:

- інформаційні об'єкти (їх перелік, відповідність реальним об'єктам/процесам, опис ключових характеристик і структури);
- засоби (програмні та технічні), які дозволяють досягнути визначених цілей застосування інформаційної технології;
- методи, що забезпечують виконання операцій з інформаційними об'єктами предметної галузі контролю витрат ресурсів.

Використання інформаційної технології контролю витрат ресурсів, яка базується на методах представлення та обробки недосконалої інформації [5], є **актуальним**, оскільки це дозволяє підвищити якість прийняття рішень при плануванні витрат ресурсів, що в свою чергу призводить до більш раціонального використання обладнання, людських ресурсів та невідновних матеріалів.

2. Інформаційні об'єкти технології контролю витрат ресурсів

Інформаційна технологія контролю витрат ресурсів повинна оперувати інформацією про наступні об'єкти та процеси реального світу [6]:

- засоби праці: представлені матеріальними активами підприємства, що безпосередньо приймають участь в певних стадіях/актах виробничих процесів і при цьому не змінюють свою первинну форму (механізми, обладнання тощо);
- невідновні ресурси: складають сукупність витратних матеріалів (типи ресурсів, які повністю або частково витрачаються під час виконання стадій/актів виробничих процесів);
- людські ресурси: можуть враховуватися як складова частина виробничого процесу, як керуючий елемент (особа, що приймає рішення) або як джерело інформації про інші об'єкти чи процеси предметної галузі;
- описи режимів виконання операцій виробничих процесів (алгоритми, схеми, цикли тощо);
- оперативні показники експлуатації обладнання та/або роботи людей та пов'язаних із цими процесами дані про використання витратних матеріалів.

Дані про реальні об'єкти/процеси первинно можуть бути представлені у вигляді електронних даних (існуючі бази даних, таблиці, текстові та графічні документи тощо), в паперовому варіанті (друковані, графічні та/або рукописні матеріали). За допомогою інформаційної технології дані про усі необхідні об'єкти/процеси повинні бути трансформовані в електронний вигляд, що придатний для подальшої обробки, тобто замінені інформаційними об'єктами.

В таблиці 1 наведено співставлення реальних об'єктів і процесів предметної галузі контролю витрат та визначених інформаційних об'єктів. При виділенні інформаційних об'єктів враховувалися способи та джерела отримання інформації про властивості реальних об'єктів/процесів, способи представлення та ступінь формалізації опису.

Технічні паспорти обладнання та механізмів (технічних засобів), що використовуються у виробничих процесах, представляються частіше за все друкованими документами. При організації обліку використання технічного засобу з технічного паспорту витягується інформація про характеристики об'єкта, яка повинна бути занесена в базу даних обладнання (наприклад, назва, артикул, рік випуску, потужність, колір тощо), а на підставі даних про режими та особливості експлуатації формуються бази даних нормативних документів, що регламентують витрати матеріалів, амортизаційні показники, правила застосування заходів ТОiP та іншу інформацію, пов'язану із процесами використання технічного засобу. Зазначені бази також можуть бути сформовані на підставі первинних документів бухгалтерського обліку. Це характерно для ситуацій, коли предмет праці потрапляє в обіг в на підставі акту приймання-передачі.

Інформація, яка повинна бути витягнута з цих джерел і потрібна для подальшого контролю витрат, включає назву об'єкту основних засобів, його інвентарний номер, дату початку і місце експлуатації, термін корисного використання, технічні характеристики (площа, обсяг, ємність, потужність та ін.), дані про ремонт, поліпшення та амортизацію об'єкту. Інструкції з експлуатації можуть бути складовою технічних паспортів або первинних документів бухгалтерського обліку чи бути оформлені окремо (в тому числі і в рукописному вигляді) і представляються в інформаційній технології частиною бази даних нормативних документів. Більш узагальнену інформацію, ніж інструкція з експлуатації, містить набір нормативної документації експлуатації, технічного обслуговування і ремонту (ТОiP). Ці документи можуть включати інформацію не тільки про правила експлуатації обладнання, а й про норми витрат матеріалів, режими роботи обладнання, правила складання інших документів (наприклад, графік заміни комплектуючих, перелік планових заходів з ремонту та/або технічного обслуговування тощо).

Таблиця 1. Відповідність об'єктів/процесів предметної галузі та інформаційних об'єктів

Назва реального об'єкту/процесу	Спосіб представлення інформації в реальному світі	Інформаційний об'єкт
Об'єкти реального світу в задачах контролю витрат ресурсів		
Засіб праці (основні виробничі фонди)	Технічний паспорт	База даних обладнання
	Первинні документи бухгалтерського обліку	
	Інструкції з експлуатації	База даних нормативних документів
Невідновний ресурс (витратний матеріал)	Норми витрат, в тому числі визначені законодавчими актами та технічними паспортами або іншими документами	База даних нормативних документів
	Акт списання	База даних оперативних показників експлуатації
Людина (в сенсі ресурс)	Посадові інструкції	База даних нормативних документів
	Норми витрат часу на виконання операцій	
Режим роботи засобу праці/людини	Інструкції з експлуатації/посадові інструкції	База даних обладнання
	Технічний паспорт (для засобу праці)	
	Акт введення в експлуатацію (для засобу праці)	
Оперативні показники експлуатації/роботи	Дані з датчиків, отримані в автоматичному режимі	База даних оперативних показників експлуатації
	Акти про експлуатацію/роботу, складені на основі спостережень людини	
	Акти про експлуатацію/роботу, складені на підставі інструкцій з експлуатації чи іншої нормативної документації	
Процеси реального світу в задачах контролю витрат ресурсів		
Експлуатація засобу праці	Нормативна документація експлуатації, технічного обслуговування і ремонту (ТОіР)	База даних нормативних документів
	Технічний паспорт	
	Планові заходи ТОіР	
	Оперативні показники експлуатації	База даних оперативних показників експлуатації
Витрата невідновного ресурсу	Норми витрат, в тому числі визначені законодавчими актами та технічними паспортами або іншими документами	База даних нормативних документів
	Оперативні показники експлуатації відповідного засобу праці	База оперативних показників експлуатації
Виконання виробничої операції людиною	Акти виконаних робіт	База оперативних показників експлуатації
	Планові та реальні норми витрат часу на виконання операцій	
	Дані про використані витратні матеріали	
	Дані про задіяне в процесі роботи обладнання (перелік, опис режимів роботи тощо)	

Слід зазначити деякі нюанси формування бази даних оперативних показників. Перший спосіб полягає в тому, що дані отримуються на основі реальних показників (дані з датчиків, акти про експлуатацію/роботу, складені на основі спостережень людини, дані про реально використані витратні матеріали, акти списання тощо). Другий спосіб дозволяє визначити оперативні показники на підставі нормативних документів (технічні паспорти, законодавчі акти, інструкції з експлуатації тощо), які регламентують параметри та режими використання обладнання та/або нормативи витрат матеріалів.

Інформаційні об'єкти технології контролю витрат ресурсів та їх зв'язок із документами, які представляють реальні об'єкти та процеси предметної галузі, наведено на рисунку 1.

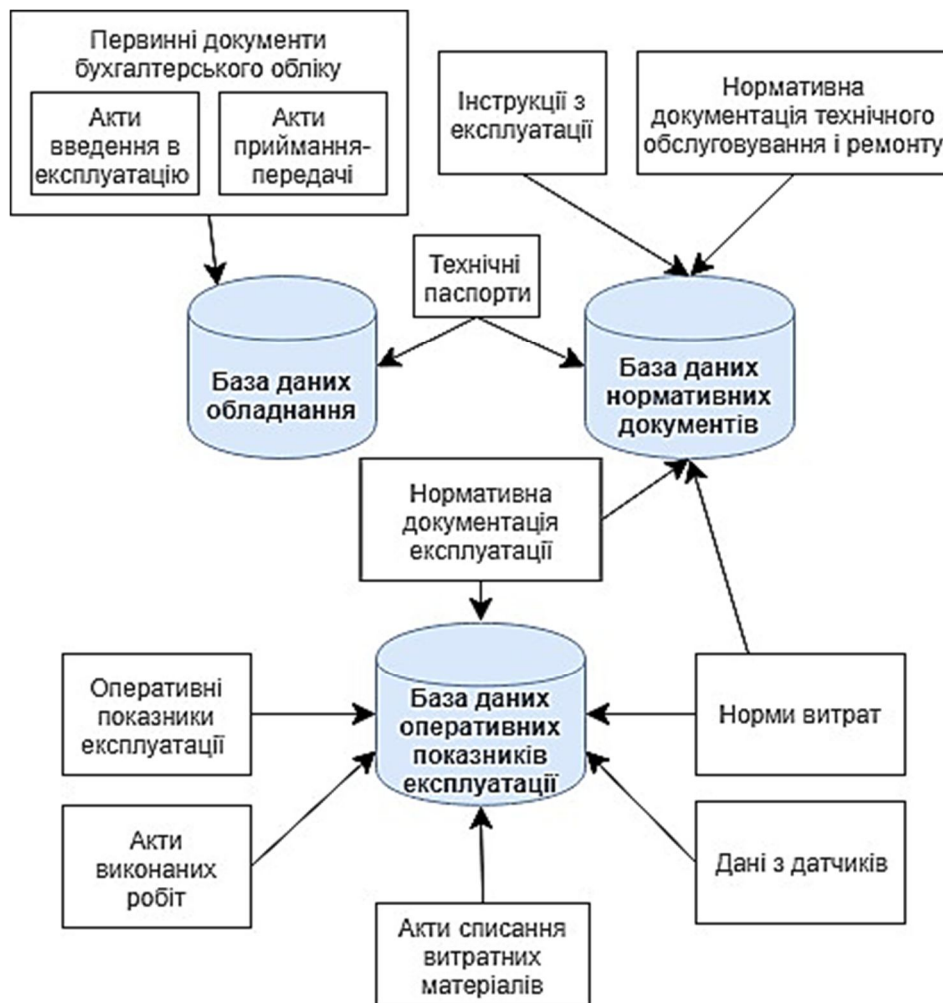


Рис. 1. Інформаційні об'єкти технології контролю витрат ресурсів

Особливістю інформаційних об'єктів технології контролю витрат ресурсів є те, що значна частина даних про об'єкти та процеси реального світу має ознаки недосконалості (нечіткість, невизначеність, недостовірність та інші типи) [6].

3. Засоби та методи інформаційної технології контролю витрат ресурсів

До засобів інформаційної технології відносять технічні та програмні засоби. Технічні засоби інформаційної технології контролю витрат ресурсів включають:

- комп'ютерні засоби – персональні комп'ютери, планшети тощо, які використовуються для організації роботи клієнтських частин програмних додатків (інтерфейси представлення та обробки даних);

- сервери (в тому числі, хмарні сховища) – використовуються для зберігання баз даних інформаційних об'єктів;

• спеціальні технічні пристрої – датчики, вимірювальні пристрої тощо, які використовуються для отримання даних з обладнання/механізмів.

Програмні засоби інформаційної технології контролю витрат ресурсів представляються наступними елементами:

• системні програмні засоби – включають системи управління базами даних (СУБД) та сервери баз даних, підсистеми збору даних з технічних пристроїв;

• прикладне програмне забезпечення – включає клієнтські додатки, які забезпечують інтерфейси взаємодії з користувачами та реалізацію бізнес-логіки обробки даних.

Наявність інформаційних об'єктів, що мають недосконалу природу, зумовлює необхідність врахування різних типів недосконалості в процесах формування, збереження, перетворення/передачі та подальшого використання інформації. Цього можна досягти шляхом розширення засобів інформаційної технології програмними модулями обробки недосконалої інформації, виділенням нечітких даних на рівні схем баз даних (нечіткі фрагменти баз даних Fuzzy data) та доповненням технології базою правил нечіткого виведення. Це, разом із методами нечіткого виведення, дозволить забезпечити ефективне формування необхідних рішень при плануванні та контролі витрат невідновних ресурсів, а також в процесі контролю використання засобів праці чи людських ресурсів.

Сукупність та організація взаємодії засобів інформаційної технології контролю витрат ресурсів представлено на рис. 2.

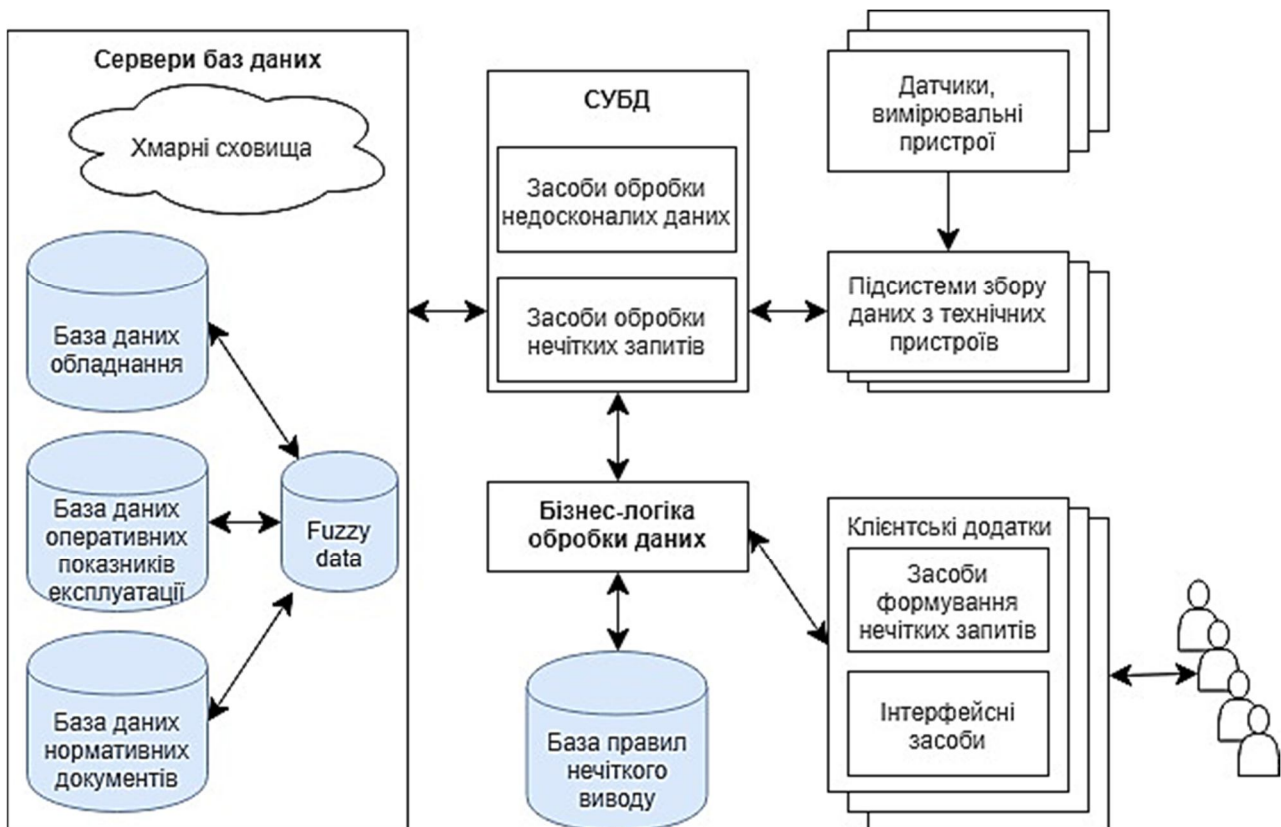


Рис. 2. Організація взаємодії засобів інформаційної технології контролю витрат ресурсів

Розглянемо детальніше призначення основних програмних компонент та методів, які в них використовуються.

Підсистеми збору даних з технічних пристроїв дозволяють отримати показники з датчиків та вимірювальних пристроїв, встановлених на обладнанні чи механізмах. Дані можуть бути сформовані автоматично і передані безпосередньо з пристрою чи записані людиною. В останньому випадку інформаційними об'єктами виступають, наприклад, журнали реєстрації показників роботи обладнання. В процесі збору суперечливі, неточні,

невизначені або неповні дані пропонується піддавати фазифікації. Фазифікація може виконуватися безпосередньо в підсистемі збору даних (на вхід СУБД поступають вже формалізовані дані) або на рівні СУБД (на вхід СУБД поступають недосконалі дані в чіткому представленні, які повинні бути обробленими засобами СУБД за допомогою методів фазифікації у відповідності до типу недосконалості).

Клієнтські додатки перш за все використовуються для організації інтерфейсу користувача. Для обробки недосконалої інформації пропонується застосувати модель, в якій вхідні дані представляються чіткими типами та значеннями, а до них створюються нечіткі запити [7]. Засоби формування нечітких запитів дозволять користувачам формулювати запити до системи, використовуючи лінгвістичні поняття замість діапазонів значень. Наприклад, запит на виведення списку автомобілів транспортного хазяйства, які були випущені в період з 1999 по 2010 рік, можна замінити на запит пошуку «старих» автомобілів. При цьому, функція належності для терму «старий» може змінюватися автоматично в залежності від поточного року.

Засоби обробки нечітких запитів пропонується реалізувати в системі управління базами даних, оскільки ця задача може бути реалізована як на рівні звичайних запитів (в цьому випадку для кожного терму перед формуванням запиту повинна виконуватися дефазифікація) так і на рівні збережених процедур (збережені процедури дозволяють описати правила перетворення даних з нечітких в чіткі і навпаки та виконати послідовність необхідних запитів).

Блок бізнес-логіки обробки даних містить модулі, які відповідають за процедури обробки даних та формування вихідних рішень щодо планування та контролю витрат ресурсів. Ці модулі є специфічними для кожного підприємства та конкретного набору виробничих процесів. Загальні властивості цих модулів полягають у їх зв'язку із базою правил нечіткого виводу, на підставі якої формуються рішення щодо управління ресурсами.

Результатами застосування правил із бази після виконання дефазифікації лінгвістичних змінних можуть бути:

- 1) кількісні показники витрат невідновних ресурсів, розраховані на підставі наявних даних, отриманих з датчиків чи сформованих на підставі нормативних документів;
- 2) кількісні показники амортизації засобів праці чи зношеності обладнання, механізмів чи комплектуючих, розраховані на основі даних про режими та термін експлуатації з урахуванням нормативних документів (наприклад,);
- 3) плани заходів з технічного обслуговування та ремонту, складені на підставі інформації з нормативних документів та оперативних показників експлуатації.

Розглянемо відмінності та переваги формування рішень щодо контролю витрат ресурсів із використанням запропонованої технології на конкретних прикладах.

В задачі розрахунку витрат палива транспортним засобом на підприємствах використовується система так званих коригуючих коефіцієнтів [8]. Вона полягає в тому, що норма витрат, визначена в технічному паспорті або розрахована експериментально, корегується за допомогою спеціального коефіцієнту. Законодавчими актами визначені верхні межі коефіцієнтів, які і застосовуються в розрахунках. При наявності великого автопарку використання фіксованих коефіцієнтів може призвести до значних відхилень між реальними та фактичними витратами палива. Розрахунок витрат пального за допомогою запропонованої технології дозволяє більш точно визначити коригуючий коефіцієнт, завдяки врахуванню додаткової інформації про режим використання транспортного засобу, наявність світлофорів та/або ремонтних робіт, типу та якості дорожнього покриття, манери керування водія, віку та стану транспортного засобу тощо.

Розрахунок зношеності розглянемо на прикладі шин, які є комплектуючими до транспортного засобу. Існуючі методи розрахунку зношеності полягають у регулярних

вимірюваннях глибини борозенок протектора або врахуванні пробігу автомобіля за період. Але, наприклад, беручи до уваги тільки глибину борозенок протектора, можна неправильно визначити стан шини, бо на її експлуатаційні характеристики значною мірою впливає також стан самої гуми, а він в свою чергу залежить від віку шини та режимів її використання (дорожні умови, режими керування транспортним засобом, температура навколишнього середовища тощо). Розгляд показника зношеності, як складного недосконалого параметру, дозволяє врахувати вказані обмеження, більш точно розрахувати цю характеристику та вчасно спланувати заходи щодо зміни шин.

При організації технічного обслуговування і ремонту важливим є своєчасність проведення цих заходів. При передчасному проведенні витрачаються зайві кошти, а запізнілий ремонт чи технічне обслуговування можуть призвести до повної непрацездатності обладнання/механізму. Запропоновані методи та засоби інформаційної технології, що враховують недосконалість даних про об'єкти і процеси, дозволяють більш точно розрахувати поточні характеристики предметів праці, які використовуються у виробничих процесах, та, як наслідок, більш точно визначити планові дати заходів ТОіР. Наприклад, дата проведення технічного обслуговування транспортного засобу у звичайних моделях визначається лише пробігом та віком, але запропонована технологія дозволить використати дані про режими експлуатації транспортного засобу, характеристики зношеності його комплектуючих та інші показники.

4. Висновки

Запропоновано структуру інформаційної технології контролю витрат ресурсів, яка враховує наявність недосконалої інформації в описі об'єктів та процесів предметної галузі. Для цього виділено ключові інформаційні об'єкти та визначено джерела їх формування. Такими об'єктами виступають бази даних обладнання, оперативних показників експлуатації та нормативних документів. Зважаючи на те, що реальні характеристики об'єктів та процесів в задачах контролю витрат ресурсів в більшості випадків мають ознаки недосконалої інформації, запропоновано використовувати в інформаційній технології засоби та методи обробки недосконалих даних в блоках, пов'язаних із отриманням та опрацюванням даних про поточні характеристики об'єктів та процесів, в блоках користувальницького інтерфейсу та в модулях реалізації бізнес-логіки виробничих процесів. Крім того, запропоновано виділення недосконалих даних на рівні структури баз даних. Розглянуто приклади застосування технології для прийняття рішень в задачах контролю витрат ресурсів. Запропонована структура інформаційної технології дозволить більш ефективно вирішувати задачі контролю витрат ресурсів за рахунок використання засобів та методів обробки недосконалої інформації.

Список використаної літератури

1. Минькович Т. В. Информационные технологии: понятийно-терминологический аспект /Т. В. Минькович //Образовательные технологии и общество. – Казань: ВО «КНИТУ». – 2012. – Т.15. – №2. – С. 371-389.
2. О'Лири Д. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация / Д. О. Лири. – Москва: ООО «Вершина», 2004. – 272 с.
3. Bosc P. An introduction to fuzzy set and possibility theory based approaches to the treatment of uncertainty and imprecision in database management systems. / P. Bosc, H. Prade // Uncertainty management in information systems. Springer, Boston, MA. – 1997. – P. 285-324.
4. Асаи К. Прикладные нечеткие системы / Асаи К., Ватада Д., Иваи С. и др. – Москва: Мир, 1993. – 368 с.

5. Hudec M. Fuzziness in Information Systems / M. Hudec. – Bratislava: Springer – 2016. – 198 p.
6. Шушура О. М. Функціональне моделювання інформаційної системи управління ресурсами підприємства в умовах невизначеності або недостовірності даних / О. М. Шушура, О. А., Золотухіна // Зв'язок. – 2017. – № 6(130). – С.40-45.
7. Ruspini E. Imprecision and uncertainty in the entity-relationship model / E. Ruspini // Fuzzy logic in knowledge engineering. – Berlin, Germany: Verlag TUV Rheinland. – 1986. – P.18-22.
8. Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. Наказ № 43 від 10.02.1998. Міністерство транспорту України.

References

1. Min'kovich T. V. "Information technologies: conceptual-terminological aspect." *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo. – Kazan': VO «KNITU».* –15(2) (2012): 371-389.
2. O'Liri D. "ERP systems. Modern planning and management of enterprise resources. Selection, implementation, operation." *Moskva: OOO «Vershina»* (2004): 272.
3. Bosc P., Prade H. "An introduction to fuzzy set and possibility theory based approaches to the treatment of uncertainty and imprecision in database management systems." *Uncertainty management in information systems. Springer, Boston, MA* (1997): 285-324.
4. Asai K., Vatada D., Ivai S. and other. "Applied fuzzy systems." *Moskva: Mir* (1993): 368.
5. Hudec M. "Fuzziness in information systems." *Bratislava: Springer* (2016): 198.
6. Shushura O. M., Zolotukhina O. A. "Functional modeling of the enterprise resource management information system under uncertainty or unreliability of data." *Zviyazok* 6(130) (2017): 40-45.
7. Ruspini E. "Imprecision and uncertainty in the entity-relationship model." *Fuzzy logic in knowledge engineering, Berlin, Germany: Verlag TUV Rheinland* (1986):18-22.
8. On approval of fuel and lubricants fuel consumption in road transport. Decree № 43, 10.02.1998. Ministry of Transport of Ukraine.

Автор статті

Золотухіна Оксана Анатоліївна – старший викладач кафедри системного аналізу, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел.:+380 (95) 510 12 40. E-mail: zolotukhina.oks.a@gmail.com.

Author of the article

Zolotukhina Oksana Anatoliivna – lecturer of the system analysis department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel.:+380 (95) 510 12 40. E-mail: zolotukhina.oks.a@gmail.com.

Дата надходження
в редакцію: 04.01.2018 р.

Рецензент:
кандидат технічних наук, доцент
Шушура О. М.
Державний університет телекомунікацій, Київ