

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

кафедра економічної кібернетики

Кваліфікаційна робота

магістра

на тему **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВПРОВАДЖЕННЯ ERP-СИСТЕМИ
НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ**

Виконала: студентка VI курсу, групи 8.0519-ек
спеціальності 051 «Економіка»

освітньої програми «Економічна кібернетика»

Шпак Наталія Сергіївна

Керівник доц. каф. ек. кіб., к.е.н.,

Іванов Сергій Миколайович

Рецензент доц. каф. ек. кіб., к.е.н.,

Очеретін Дмитро Валерійович

Запоріжжя
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет економічний
Кафедра економічної кібернетики
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 051 «Економіка»
Освітня програма «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
« ____ » _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)**

_____ Шпак Наталія Сергіївна _____

1 Тема роботи (проекту) Моделювання процесу впровадження ERP-
системи на промисловому підприємстві

керівник роботи Іванов Сергій миколайович, к.е.н.
затверджені наказом ЗНУ від « ____ » _____ 20__ року № _____

2 Строк подання студентом роботи _____

3 Вихідні дані до роботи _____

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 88 с., 9 рис., 4 табл., 43 джерела.

Об'єкт дослідження – процес впровадження ERP-системи на промислове підприємство.

Предмет дослідження – методи та моделі дослідження впровадження ERP-системи на промислове підприємство.

Мета роботи – побудувати модель впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві використовуючи апарат нечіткої логіки; побудувати метод впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві на основі розробленої моделі.

Методи дослідження – порівняльний, логічний, математичний аналіз та синтез, моделі нечіткої логіки, графічні моделі.

У роботі досліджено процес впровадження ERP-системи на промислове підприємство. Зроблено огляд класифікацій ERP-систем та специфіку їх впровадження на різні економічні системи. Розроблена модель нечітких множин аналізу впровадження ERP-системи на промислове підприємство для оцінки ефективності впровадження, пов'язаної з особливостями врахування інтервальної оцінки ресурсних витрат на процес впровадження.

Сформульовані рекомендації до процесу впровадження ERP-системи на промислове підприємство відповідно до кожного етапу, з урахуванням класифікації ERP-систем.

ERP-СИСТЕМА, ПРОМИСЛОВЕ ПІДПРИЄМСТВО, МОДЕЛЬ НЕЧІТКИХ МНОЖИН, НЕЧІТКА МОДЕЛЬ, ФАЗИФІКАЦІЯ

SUMMARY

Master's qualification work consists of three sections, 88 p., 9 figures, 4 tables, 43 sources.

The object of research is the process of implementing an ERP system in an industrial enterprise.

The subject of research - methods and models of research on the implementation of ERP-system in an industrial enterprise.

The purpose of the work is to build a model of ERP-system implementation at an industrial enterprise using a fuzzy logic apparatus; to build a method of ERP-system implementation at an industrial enterprise on the basis of the developed model.

Research methods - comparative, logical, mathematical analysis and synthesis, fuzzy logic models, graphical models.

The process of introduction of ERP-system on an industrial enterprise is investigated in the work. An overview of the classifications of ERP-systems and the specifics of their implementation in different economic systems. The model of fuzzy sets of the analysis of implementation of ERP-system on the industrial enterprise for an estimation of efficiency of introduction connected with features of the account of an interval estimation of resource costs for process of introduction is developed.

The recommendations to the process of implementation of ERP-system are formulated. The system of industrial succession according to each stage, taking into account the classification of ERP-systems.

ERP SYSTEM, INDUSTRIAL ENTERPRISE, FUZZY SET SET, FUZZY MODEL, PHASIFICATION

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ПРОЦЕС ВПРОВАДЖЕННЯ ERP- СИСТЕМИ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ.....	10
1.1 Сутність поняття та види ERP- систем	10
1.2 Суть процесу впровадження ERP- системи на промисловому підприємстві.....	20
1.3 Аналіз наукових джерел	37
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ ПРОЦЕСУ ВПРОВАДЖЕННЯ ERP- СИСТЕМИ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ.....	39
2.1 Моделювання впровадження ERP- системи на промисловому підприємстві.....	39
2.2 Моделювання ефективності впровадження ERP- системи на промисловому підприємстві	47
2.3 Використання моделей нечіткої логіки у впровадженні ERP- системи на промисловому підприємстві	55
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ERP-СИСТЕМИ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ.....	63
3.1 Модель оцінки впровадження ERP-системи на промислове підприємство на основі нечіткого моделювання	63
3.2 Метод впровадження ERP-системи на основі нечіткої моделі	75
3.3 Розробка рекомендацій по методу впровадження ERP-систем на промисловому підприємстві	78
ВИСНОВКИ.....	83
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	85

ВСТУП

Існуюча в економіці жорстка цінова конкуренція і нестабільні макроекономічні умови призводять до того, що сектори економіки неможуть компенсувати наслідки надлишкових витрат, що виникають при несправності у бізнес-процесах, за рахунок підвищення вартості продукції, що продається. Як наслідок, одним з основних завдань менеджменту є зниження внутрішніх витрат компанії, в першу чергу за допомогою оптимізації бізнес процесів.

Використання бізнес-додатків в рамках корпоративних інформаційних систем є одним з основних способів підвищення ефективності роботи бізнесу. Таке початкове призначення корпоративних інформаційних систем. В останні 15-20 років на ринку з'явилася велика кількість бізнес-додатків, здатних вирішувати більшість завдань, які підприємством завдань. ERP-системи відносяться до найбільш повнофункціональним корпоративних інформаційних систем, що включають в себе практично весь необхідний компанії набір бізнес-додатків.

Впровадження ERP-системи - складний технологічний процес, що вимагає від підприємства великих витрат фінансових ресурсів і часу персоналу. У той же час, цей процес пов'язаний з безліччю труднопередсказуємих внутрішніх і зовнішніх факторів, наслідком чого є висока ймовірність невідповідності кінцевих результатів результатним очікуванням. Особливо гостро дана проблема проявляється при впровадженні складних, багатофункціональних систем, які орієнтовані на рішення не однієї, а цілого спектра різноманітних завдань управління підприємством.

У разі неможливості ефективного використання впровадженої в компанії ERP-системи (внаслідок невідповідності її реалізованих функцій реальним потребам менеджменту і персоналу фірми), підприємство несе як прямі фінансові втрати - непо-безпосередніх витрати на впровадження, так і непрямі - майбутні витрати, пов'язані з порушенням і частковим дублюванням

раніше існуючих бізнес-процесів. У той же час, успішне впровадження ERP-системи на підприємстві дозволяє підвищити ефективність бізнес-процесів, скоротити час прийняття рішень, знизити логістичні витрати, рівень складських запасів і виробничого браку.

Тому прийняття рішення про впровадження ERP-системи і вибір конкретної системи, найкращим чином задовольняє потребам підприємства, з комплексною оцінкою потенційних вигод впровадження є одним із ключових завдань менеджменту.

В останні роки спостерігається тенденція зростання числа неефективних варіантів впровадження на підприємстві ERP-систем. В значній мірі це зумовлено недостатньою методологічною опрацюванням питань вибору системи, найкращим чином задовольняє потребам підприємства. З огляду на високу капіталомісткість ERP-систем і значних економічних збитків при їх неефективне впровадження, актуальність теми дипломної роботи не може викликати сумнівів.

Об'єкт дослідження – процес впровадження ERP-системи на промислове підприємство.

Предмет дослідження – методи та моделі дослідження впровадження ERP-системи на промислове підприємство.

Мета роботи – побудувати модель впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві використовуючи апарат нечіткої логіки; побудувати метод впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві на основі розробленої моделі.

Відповідно до мети роботи було поставлено та вирішено наступні завдання:

- проаналізовано поняття, види та структуру ERP-систем;
- досліджено моделі та методи впровадження ERP-систем;
- розроблена модель впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві використовуючи апарат нечіткої логіки;

– розроблено метод впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві на основі моделі нечіткої логіки.

Методи дослідження – порівняльний, логічний, математичний аналіз та синтез, моделі нечіткої логіки, графічні моделі.

Наукова новизна роботи – у кваліфікаційній роботі удосконалено метод впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві, який на відміну від існуючих відрізняється використанням нечіткої моделі для оцінки ресурсів проекту впровадження.

РОЗДІЛ 1

ПРОЦЕС ВПРОВАДЖЕННЯ ERP- СИСТЕМИ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

1.1 Сутність поняття та види ERP- систем

В даний час вдосконалення корпоративного управління стає ключовою стратегією розвитку і життєдіяльності будь-якого підприємства. В силу того, що практично всі екстенсивні способи вдосконалення управління вичерпані, єдиним способом виживання в боротьбі з конкурентами залишаються інтенсивні способи поліпшення управління. Одним з таких способів є інформатизації корпоративного управління за рахунок впровадження інформаційних технологій.

Сучасний бізнес вже досить важко уявити собі без автоматизованих систем планування і управління ресурсами підприємства (ERP). Основною метою впровадження ERP-системи є організація ефективного управління підприємством, що спирається на стратегію його розвитку. У той же час до цих пір відкритими залишаються наступні питання: які переваги дає компанії впровадження такої системи; як вибрати, спроектувати, впровадити і налаштувати систему, оптимальну для бізнесу компанії.

Сьогодні в більшості провідних компаній світу ERP-системи або вже впроваджені, або знаходяться на стадії впровадження.

За оцінками експертів, зараз на світовому ринку систем масштабу підприємства пропонується понад 500 систем класу ERP / MRPII. І цей ринок бурхливо розвивається. В середньому на 35% - 40% щороку.

Інформаційні системи управління служать для вирішення завдань управління бізнес-процесами підприємства на тактичному рівні, до якого відносяться процедури середньострокового планування, аналізу та організації робіт.

Клас, до якого можна віднести економічну ІС, багато в чому визначається масштабом підприємства, на якому вона впроваджена.

Сучасна теорія класифікує економічні інформаційні системи за такими ознаками, як рівень функціональності, який тісно пов'язаний з ступеня інтегрованості системи. Локальна - реалізують ОКРЕМІ Функції управління (бухгалтерський облік, логістика ТОЦО). Застосовуються на малих підприємствах, но все ж вітісняються багатofункціональними и повнофункціональними інформаційними системами.

Інтегрована - заснована на єдиній програмно-апаратній платформі і загальній базі даних. Окремі функціональні підсистеми взаємопов'язані на основі єдиного технологічного процесу обробки інформації. Процеси обробки інформації базуються, як правило, на технології "клієнт-сервер".

По можливості підтримки корпоративного управління.

Існує можливість підтримки управління складними структурами - корпораціями. Корпорацією називають складний господарюючий суб'єкт, який має ієрархічну структуру і включає в себе підприємства самого різного масштабу і профілю діяльності - виробничі, транспортні, торгові, фінансові, навчальні. До корпоративних можна віднести середні і великі інтегровані системи (див. Рис. 1.1)

За ступенем реалізації можливостей підтримки рівнів управління - оперативного, тактичного, стратегічного.

Оперативний рівень (системи обробки даних / транзакцій) - призначений для вирішення завдань управління бізнес-процесами підприємства на оперативному рівні. Реєстрація даних і обробка елементарних подій, супутніх протіканню бізнес-процесів. Основне завдання рівня - забезпечення високої швидкості проходження інформаційних потоків, що зв'язують учасників бізнес-процесів.

Тактичний рівень (інформаційні системи управління) - процедури середньострокового планування, аналіза і організації робіт.

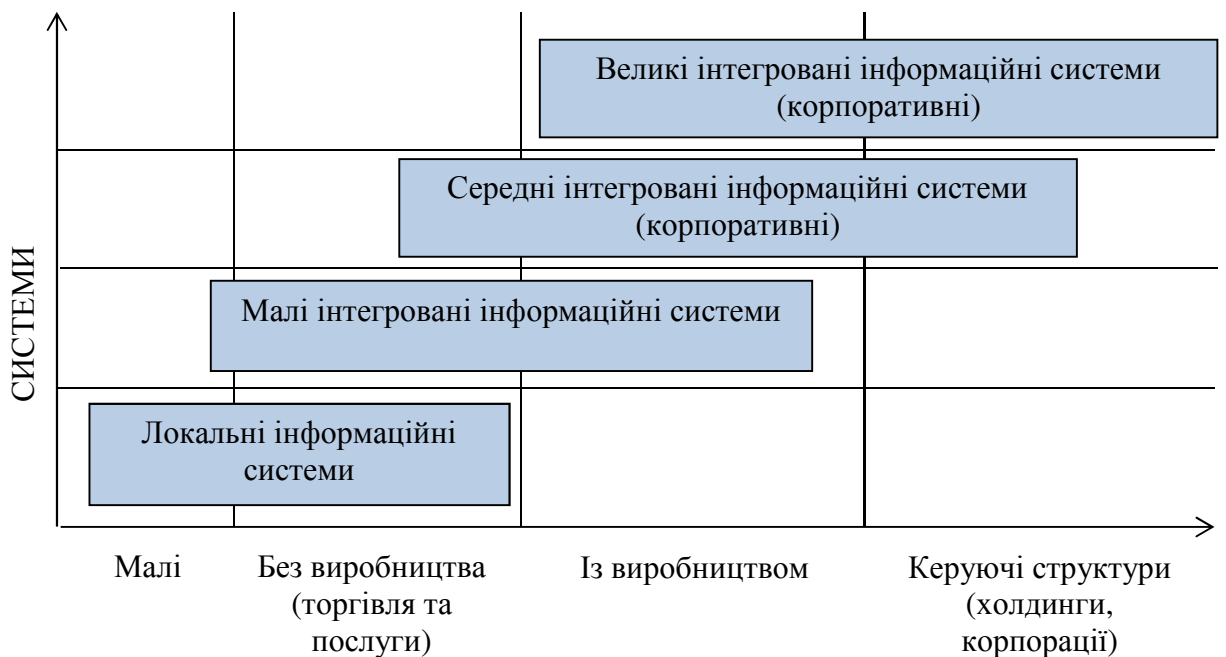


Рисунок 1.1 - Класифікація економічних інформаційних систем

Стратегічний рівень (системи підтримки прийняття рішень) - рівень керівництва підприємства, що приймає стратегічні довгострокові рішення, які визначають основні напрямки діяльності підприємства на дільного періоди. На цьому рівні розглядаються питання випуску та просування на ринок нової продукції, пошуку нових ринків збуту, вибору джерел фінансування, залучення інвесторів.

У 60-ті роки почалося використання обчислювальної техніки для автоматизації різних областей діяльності підприємств. Тоді ж з'явився клас систем планування потреб в матеріалах (MRP - Material Requirements Planning). В основі функціонування подібних систем лежало поняття специфікації виробу (BOM - Bill Of Materials) і виробничої програми (MPS - Master Production Schedule). Специфікація показувало готовий виріб в розрізі назв компонентів. Виробнича програма містила інформацію про часовому проміжку, вид і кількість готових виробів, запланованих до випуску підприємством. За допомогою BOM і MPS відбувалася процедура розв'язування специфікації, на підставі чого, підприємство отримувало

інформацію про потреби в матеріалах для виробництва необхідної кількості готових виробів відповідно до MPS. Потім, інформація про потреби перетворювалася в серію замовлень на закупівлю і виробництво. Також, в даному процесі враховувалася інформація про залишки сировини і матеріалів на складах.

ERP-система (англ. Enterprise Resource Planning System - Система планування ресурсів підприємства) - корпоративна інформаційна система (KIC), призначена для автоматизації обліку і управління. Як правило, ERP-системи будуються за модульним принципом і в тій чи іншій мірі охоплюють всі ключові процеси діяльності компанії.

ERP-система - методологія ефективного планування і управління всіма ресурсами підприємства, які необхідні для здійснення продажів, виробництва, закупівель і обліку при виконанні замовлень клієнтів у сферах виробництва, дистрибуції і надання послуг.

Системи класу ERP - це набір інтегрованих програм, що дозволяють створити єдине середовище для автоматизації планування, обліку, контролю і аналізу всіх основних бізнес-операцій підприємства.

ERP-системи - останнє досягнення в еволюції автоматизованих інтегрованих систем управління підприємством. Їх безпосередніми попередницями були MRPII-системи (Manufacture Resources Planning - планування виробничих ресурсів). Спочатку робота MRPII-систем зводилася до планування матеріальних, потужних і фінансових ресурсів, необхідних для здійснення виробничої діяльності підприємства. Ці системи розвивалися, в них вводилися нові функціональні можливості. Поступово виникло розуміння того, як пристосувати подібні системи для планування і управління бізнесом всього підприємства і навіть багатoproфільної корпорації. Системи, які реалізували ці ідеї, отримали назву ERP-систем. Відмінності між ERP- і MRPII-системами видно вже з назв: з одного боку, планування ресурсів промислового підприємства / корпорації (Enterprise

Resources Planning), з іншого - планування ресурсів виробництва (Manufacture Resources Planning).

Історично виділяються наступні покоління систем.

MRP (Material Requirement Planning - планування матеріальних потреб). На даному етапі з метою оптимального управління виробництвом сформульовані принципи управління матеріальними запасами підприємства.

Наступний етап - MRPII (Manufacturing Resource Planning) - "Планування виробничих ресурсів". MRPII являє собою методологію, спрямовану на ефективне управління всіма ресурсами виробничого підприємства. У загальному випадку вона забезпечує вирішення завдань планування діяльності підприємства в натуральних одиницях, фінансове планування в грошовому вираженні.

ERP (Enterprise Resource Planning) - «Планування ресурсів підприємства». Системи цього класу орієнтовані на роботу з фінансовою інформацією для вирішення завдань управління великими корпораціями з рознесеними територіально ресурсами. Сюди включається все, що необхідно для отримання ресурсів, виготовлення продукції, її транспортування і расчётов на замовлення клієнтів. Крім перерахованих функціональних вимог, до систем ERP пред'являються і нові вимоги щодо застосування графіки, використання реляційних баз даних, CASEтехнологій для їх розвитку, архітектури обчислювальних систем типу "клієнтсервер" і реалізації їх як відкритих систем. Системи цього класу активно розвиваються з кінця 80-х років.

APS (Advanced Planning / Scheduling) - "Розвинені системи планування". З ростом потужностей обчислювальних систем, впровадженням MRPII / ERP, пошуком нових більш ефективних методів управління в умовах конкуренції з середини 90-х років на базі систем MRPII / ERP з'являються системи класу APS. Для цих систем характерне застосування економіко-математичних методів для вирішення завдань планування з поступовим зниженням ролі календарно-планових нормативів на виробничі цикли.

Віднесення реально створених систем до того чи іншого покоління кілька умовно. В якості критеріїв розробниками використовується міра наступних показників:

- інтегрованість;
- настрайованість;
- наявність технології впровадження.

В [1] розглядаються тільки системи «вищого класу, які відрізняються високим рівнем деталізації господарської діяльності підприємства». У даній роботі зроблена спроба дати узагальнений опис MRP / ERP- систем. Зокрема дається опис 16 груп функцій системи.

Планування продажів і виробництва (Sales and Operation Planning).

Управління попитом (Demand Management).

Складання плану виробництва (Master Production Scheduling).

Планування матеріальних потреб (Material Requirement Planning).

Специфікації продуктів (Bill of Materials).

Управління складом (Inventory Transaction Subsystem).

Планові поставки (Scheduled Receipts Subsystem).

Управління на рівні виробничого цеху (Shop Flow Control).

Планування потреб в потужностях (Capacity Requirement Planning).

Контроль входу / виходу (Input / output control).

Матеріально-технічне постачання (Purchasing).

Планування ресурсів розподілу (Distribution Resource Planning).

Планування і управління інструментальними засобами (Tooling Planning and Control).

Управління фінансами (Financial Planning).

Моделювання (Simulation).

Оцінка результатів діяльності (Performance Measurement).

Завдання ERP-системи - інтегрувати всі підрозділи і функції корпорації в єдину інформаційну систему (рис. 1.2).

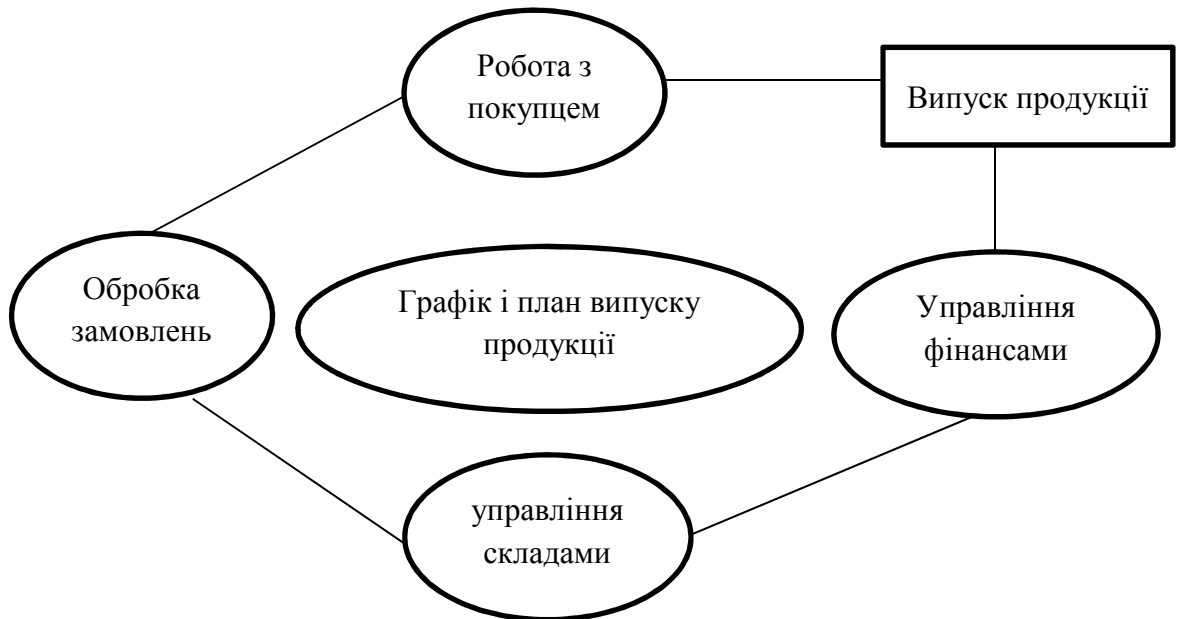


Рисунок 1.2 - Концепція методології ERP

Основа ERP-системи - єдина база даних, якою користуються в рівній мірі бухгалтерія, служба маркетингу, виробництво, склади, відділ кадрів. Введена в цю базу даних інформація миттєво стає доступною різним підрозділам корпорації. Виникає інфраструктура електронного обміну даними як між підрозділами корпорації, так і між корпорацією і постачальниками і споживачами. Таким чином, підприємство, що впровадило ERP-систему, не має проблем зі стикування інформації різних підрозділів.

Декомпозиції, наведеної в роботі [1], автори роботи присвоїли статус стандарту, хоча інші розробники подібних систем далеко не завжди дотримуються подібного підходу.

Розглянемо інші ERP-системи, які є лідерами продажів. За оцінками фірми ARC Advisory Group [2] визнаним лідером є ERP-система «SAP Business All-in-One», в десятку найсильніших входить також «Microsoft Business Solutions».

Основні функціональні можливості ТПП «SAP Business All-in-One» [3] для машинобудування включають в себе:

- управління життєвим циклом продукту;

- підготовка виробництва;
- управління виробництвом;
- управління взаємовідносинами з клієнтами;
- підтримка клієнтів;
- бізнес-аналітика;
- управління фінансами.

Основними функціональними областями системи Microsoft Business Solutions - Navision [4] є:

- Управління Фінансами;
- Управління Взаємовідносинами з Клієнтами (CRM - Customer Relationships Management);
- Співпраця в ланцюжках поставок (SCC - Supply Chain Collaboration);

- персонал і зарплата;
- електронна комерція;

З продуктів СНД найбільш відомо «галузеве рішення галактика машинобудування» [5], яке вирішує наступні завдання:

- управління роботами по конструкторській та технологічній підготовки виробництва.

– ведення нормативної бази за складом продукції та технології виготовлення.

- інтеграція з pdm-системою;
- управління договірною діяльністю;
- формування виробничої програми;
- оцінка потреб в ресурсах (матеріалах, обладнанні, трудових ресурсах);

- управління виробничими завданнями цехом;
- управління змінно-добових завдань;
- управління запасами;

- управління якістю робіт і продукції;
- управління технічним обслуговуванням і ремонтом обладнання;
- планування і облік витрат на виробництво, калькулювання собівартості продукції;
- підтримка прийняття рішень керівництвом. Моніторинг економічних і фінансових показників діяльності підприємства;

Для повноти уявлення наведемо опис системи «Компас» [6], яка включає в себе наступні основні підсистеми:

- управління фінансами;
- документообіг;
- система менеджменту якості (workflow);
- бюджетування;
- управлінський облік.
- управління закупівлями, запасами і продажами;
- основні фонди;
- облік спеціальних активів;
- управління персоналом (hrmсистема);
- кадровий облік;
- розрахунок заробітної плати;
- управління виробництвом (mtp-ii);
- управління витратами;
- маркетинг і менеджмент (CRM-система);

Системи, представлені в [3], [4], [5], [6], істотно відрізняються один від одного і кожна не відповідає типовому уявленню про ERP-системах, даному в [1]. Хоча в рекламних заявах всіх систем, представлених в [3], [4], [5], [6], йдеться про те, що система відповідає стандарту MRP / ERP.

Перший рівень декомпозиції в системах [1], [5], [6], являє собою дуже довгий список, який важко сприймається. В [7] відзначається, що оптимальним для сприйняття вважається число 7 на кожному рівні ієрархії.

Відсутня строгість у викладі таких понять як планування і управління, функції і цілі. У фундаментальній праці з менеджменту [8] з позицій системного підходу дається чітке уявлення, що планування - це одна з фаз управління. Тобто управління це більш широке поняття, яке включає в себе такі фази як планування, контроль (облік) і ін.

Розглянемо перші дві підсистеми, що розглядаються в роботі [1]:

- a. Планування продажів і виробництва (Sales and Operation Planning).
- b. Управління попитом (Demand Management).

Перша підсистема явно повинна (на думку авторів даної статті) бути підмножиною другої підсистеми. Так як підсистема «Управління попитом» в обов'язковому порядку повинна включати в себе такі підсистеми, як «планування продажів», «контроль (облік) продажів» і ін.

Аналогічне зауваження можна зробити по роботі [6] за такими підсистемами управління персоналом (HRMсистема), кадровий облік.

«Кадровий облік» є частиною підсистеми «Управління персоналом».

Настільки різноманітне і слабо формалізований опис ERP-систем (які за визначенням повинні бути схожими) створює серйозні проблеми для вітчизняних замовників по вибору тієї чи іншої ERP- системи.

Для вирішення проблем вибору нами пропонується використовувати формалізоване опис по всьому ERP- системам. У роботах [9], [10] було відзначено, що використання теоретико-множинного аналізу для дослідження слабо формалізованих систем, є досить плідним.

Система з теоретико-множинної точки зору являє собою бінарне відношення S :

$$S \in X * Y \quad (1.1)$$

Де множина $X = \prod_{i \in I_X} V_i$ - вхідний об'єкт, множина $Y = \prod_{i \in I_Y} W_i$ вихідний об'єкт системи.

Стосовно до ERP-системі приймається, що X - вхідна інформація, яка надходить в ERP-систему із зовнішнього середовища, Y - вихідна інформація,

яку направляють з ERP-системи в зовнішнє середовище. Для дослідження кожної ERP системи вводиться в розгляд три сімейства функцій:

$$\bar{p} = \{p_t: C_t * X_t \rightarrow Y_t \cap t \in T\}, \quad (1.2)$$

$$\bar{\varphi} = \{\varphi_{tt'}: C_t * X_{tt'} \rightarrow C_{t'} \cap t, t' \in T \cap t' > t\}, \quad (1.3)$$

$$\bar{\mu} = \{\mu_{tt'}: C_t * X_{tt'} \rightarrow Y_{t'} \cap t, t' \in T \cap t' > t\}, \quad (1.4)$$

де \bar{p} - функція, що характеризує реакцію системи в момент часу t . Ця функція найбільш наочно дозволяє уявити поведінку тих підсистем (модулів) ERP-системи, які використовуються в оперативному режимі. Наприклад, управління щодобовими завданнями і т.п. ;

C_t та $C_{t'}$ - безлічі станів системи в моменти часу t, t' ;

T - даний проміжок часу;

$\bar{\varphi}$ - функція, що характеризує перехід системи зі стану C_t в стан $C_{t'}$;

$\bar{\mu}$ - функція, що характеризує сімейство виходу.

Функції $\bar{\varphi}$ та $\bar{\mu}$ найнаочніше дозволяють уявити поведінку підсистем (модулів) ERP-системи, які використовуються в середньостроковому (тактичному) і в довгостроковому (стратегічному) плані.

1.2 Суть процесу впровадження ERP- системи на промисловому підприємстві.

Класичні ERP-системи, на відміну від так званого "коробкового" програмного забезпечення, відносяться до категорії "важких" програмних продуктів, що вимагають досить тривалої настройки, перед тим як почати ними користуватися. Вибір КІС, придбання і впровадження, як правило, вимагають ретельного планування в рамках тривалого проекту з участю партнерської компанії - постачальника або консультанта.

Оскільки ERP-системи будуються за модульним принципом, замовник часто (принаймні, на ранній стадії таких проектів) купує не повний спектр

модулів, а обмежений їх комплект. В ході впровадження проектна команда, як правило, протягом декількох місяців здійснює настройку поставляються модулів.

Вибір готового рішення - це завжди складна і відповідальна задача. Намір підприємства придбати і впровадити ІС залежить від багатьох чинників - від його внутрішньої готовності зробити реінжиніринг бізнес-процесів до ціни і часу впровадження ІС.

Готові рішення можна досить умовно розділити на локальні, середні і великі інтегровані системи. Залежно від розмірів бізнесу, основних цілей завдань і бюджету підприємство має саме визначити, яке рішення буде йому "по кишені" і скільки часу можна планувати на впровадження системи.

Якщо з придбанням малої, як правило "коробочки" системи проблем практично не буває, то з середньою системою - і тим більше з великої - все йде набагато складніше. Велику інформаційну ERP-систему не можна так просто купити, доставити, включити і користуватися. Підприємство повинно бути ґрунтовно підготовлено до впровадження такої системи.

Вибір конкретної ERP-системи для впровадження є складним і багатокритеріальним процесом по наступних основних причинах:

- висока вартість товару, що купується (яка доходила до декількох мільйонів доларів);
- велика різноманітність пропонованих ERP-систем;
- тривалість терміну підготовки фахівців з впроваджуваного продукту;
- передпродажний цикл (від декількох місяців до декількох років);
- сам цикл впровадження (цикл впровадження ERP-системи навіть на одному виробничому майданчику підприємства може тривати до декількох років).

При виборі ERP-системи необхідно розуміти, що автоматизація заради автоматизації не має сенсу. Слід чітко уявляти, що найкраща в світі ERP-система не зможе вирішити всі проблеми підприємства.

Будь-яка ERP-система - це перш за все інструмент для підвищення ефективності та якості управління підприємством, прийняття правильних стратегічних і тактичних рішень на основі автоматизованої обробки актуальної та достовірної інформації. У той же час ERP-система - це не тільки інструментарій для бізнесу, але і технологія його ведення.

У правильному виборі ERP-системи має бути в першу чергу зацікавлене керівництво підприємства. Проект по впровадженню ERP-системи повинен розглядатися керівництвом підприємства як стратегічна інвестиція.

Природно, що будь-яке підприємство віддасть перевагу впровадити апробовану, надійну і прийнятну для нього за ціною ERP-систему.

Якщо підприємство вирішило впровадити ПО управління підприємством, то в цьому випадку не можна сказати, наскільки "хороша" або "погана" система - в кожному конкретному випадку слід розглядати конкретний програмний продукт і конкретні умови придбання та впровадження.

Головне при виборі ERP-системи - визначити, які нові переваги дасть підприємству її впровадження. Необхідно детально розібратися, що може дати ERP-система для бізнесу, які цілі дозволить реалізувати і який вплив вона здатна надати на прибутковість підприємства і собівартість його продукції.

В першу чергу керівництво підприємства повинно зрозуміти, навіщо підприємству потрібна ERP-система. Ще до впровадження повинні бути поставлені чіткі і вимірювані цілі, задані в так званій S.M.A.R.T. системі: цілі повинні бути конкретними (Specific), вимірні (Measurable), узгоджені (Adjusted), релевантні (Relevant) і мати певні терміни виконання (Time of Execution). Бажано, щоб відповідь на це питання можна було формалізувати і представити наочно в цифрах і діаграмах (обсяг зекономлених коштів, більш висока оборотність товарів, скорочення часу на роботу з постачальниками і

клієнтами і ін.). Обов'язково повинні бути сформульовані і затверджені керівництвом підприємства основні вимоги до ERP-системи:

- які цілі господарської діяльності та завдання бізнесу в цілому дозволить реалізувати купується і впроваджується система;
- які функціональні області і типи виробництва вона повинна охоплювати;
- які процеси слід автоматизувати;
- які звіти готувати;
- які програмно-технічні платформи використовувати.

При цьому дуже важливо чітко визначити поточні та перспективні потреби підприємства або організації. Потрібно добре розібратися, що рухає бізнесом, які фактори критичні для успіху і що необхідно для розвитку компанії. Вимоги повинні бути оформлені у вигляді спеціального документа (Vision Score), в якому визначені і розписані по пріоритетам всі бажані характеристики ERP-системи.

Не менш важливо правильно оцінити існуючу технологічну інфраструктуру підприємства. Якщо для впровадження ERP-системи підприємству доведеться спочатку витратити значні кошти (порівнянні з вартістю впроваджуваної системи) на модернізацію своїх локальних або глобальних мереж, то такий варіант може виявитися не вигідним. У загальному випадку, впроваджувана ERP-система повинна відповідати існуючому фінансовому та технологічному рівням підприємства.

Слід розуміти також, що найбільший ефект досягається при комплексному впровадженні ERP-системи. Безглуздо витратити величезні кошти на покупку системи, можливості якої будуть використовуватися не в повній мірі, або системи, яку потрібно буде постійно добудовувати.

Надзвичайно важливим моментом є і правильний вибір розробника ERP-системи, який повинен не просто поставити своє ПО компанії-клієнта, а стати її довготривалим партнером, що забезпечує супровід і подальший розвиток системи.

Підприємство-клієнт має бути впевнена у високій якості і своєчасності майбутніх модернізацій встановленої ERP-системи (при появі нових версій), у вирішенні всіх проблем, що стосуються її гнучкості і масштабованості. Якщо впровадження здійснює консалтингова компанія, то не менш важливо розібратися і в стосунках між нею та розробником ERP-системи. У будь-якому випадку, дуже корисно влаштувати тендер між постачальниками. Організація тендера дозволить значно знизити початкову ціну поставки і краще розібратися в можливостях - як пропонованих систем, так і їх розробників.

Впровадження ERP-системи має здійснюватися внідренческою фірмою (або, в ряді випадків, компанією-розробником) при самому тісному контакті з ІТ-відділом і відповідними зацікавленими підрозділами підприємства. Після впровадження ERP-системи окремі види робіт з модернізації можуть бути доручені зовнішнім консультантам фірми-розробника (консалтингової фірми), а її загальна супровід можна залишити за ІТ-відділом.

Купується не просто набір програм з документацією (більшість з яких створено на базі стандартних інструментальних засобів і базується на поширених платформах) - купується робота і досвід сформувалася команди компанії-розробника ERP-системи, що несе різні види відповідальності за якість і ефективність роботи встановленого і супроводжуваного програмного забезпечення і технологічних систем.

У ряді випадків підприємства орієнтуються на системи, розроблені власними відділами ІТ. Практика показує, що орієнтація на "самописні" системи дозволяє отримати ІС, найбільш підходящу для бізнесу компанії, але ставить в результаті компанію в залежність від власних розробників. Рідко такий самостійно розроблений програмний продукт залишається життєздатним досить довгий час, тому що по ньому зазвичай немає відповідної повної та актуальної документації. Не можна сказати, що він професійно протестований на етапах розробки і здачі в експлуатацію і надійно супроводжується. Велике підприємство може дозволити собі

інвестувати кошти в розробку власної (під свої конкретні потреби) ERP-системи тільки при наявності наступних основних умов:

- на ринку немає готового програмного продукту, який задовольняє підприємство по функціональності, вартості та умов супроводу;
- на підприємстві є потужний ІТ-відділ з досвідченими аналітиками, менеджерами проектів та програмістами;
- є повна і грамотна постановка завдання;
- існує технічна можливість промодельювати роботу створених програмних засобів в ході дослідної експлуатації;
- є можливість реального супроводу створеної системи власними силами;
- можливість тиражування розробленого ПО для дочірніх (галузевих) підприємств.

При виборі ERP-системи необхідно звернути особливу увагу на такі основні моменти.

Імідж фірми-розробника, час її роботи на ринку, репутація самої системи і загальна кількість успішних впроваджень. Однак солідність фірми не є головним чинником вибору. Багато новачків ринку (що не володіють щорічними мільйонними оборотами і тисячами клієнтів) пропонують цікаві рішення, засновані на сучасних технологіях і за цілком прийнятну ціну. Велике число впроваджень може бути також заслугою маркетингу, а не дійсним якістю системи. Відомі принаймні кілька випадків, коли підприємства по кілька разів змінювали свої ERP-системи, що володіють відомими на ринку брендами. Головною причиною заміни цих систем була недостатня функціональність систем, низька швидкість роботи, мала масштабованість, погана якість супроводу при необхідності доопрацювання систем і ін.

В першу чергу, маються на увазі комплексні впровадження. Важливо також знати, чи є впровадження на родинних галузевих підприємствах і потрібна була там допомогу зовнішніх консультантів. Необхідно також

подивитися, як реально працює система хоча б на одному-двох об'єктах, і поспілкуватися з IT-менеджерами і її рядовими користувачами, так як ніякі маркетингові матеріали або навіть статті в спеціалізованих виданнях не допоможуть скласти більш-менш повне уявлення про реальні можливості системи - в деяких випадках вони навіть шкідливі, так як рекламні видання можуть сформувати неадекватне уявлення про ERP-системі у невідповідного менеджера! Однак слід завжди пам'ятати про те, що будь-яка (навіть надзвичайно функціонально багата) ERP-система налаштовується під потреби конкретного підприємства (а підприємств-близнюків навіть в рамках однієї галузі просто не існує) .. Слід пам'ятати, що в деяких випадках витрати на доопрацювання системи і її подальший супровід можуть перевищувати базову вартість.

Гнучкість і відкритість. Це є одним з найважливіших чинників вибору ERP-системи. Відповідно до світового досвіду, термін повнофункціонального впровадження ERP-системи зазвичай триває не менше 3 років, а повноцінно працювати вона повинна не менше 10 років. За цей час підприємство значно змінюється (його продукція, організаційно-штатна структура, система управління, бізнес-процеси, ролі і повноваження посадових осіб та ін.). Інформаційно-аналітична система, яка є основою управління підприємством, повинна змінюватися разом з виробництвом. Вона повинна дозволяти легко змінювати АРМи і меню, формувати звіти і довідки, робити довільні вибірки інформації в зручному поданні, міняти технологію супроводу бізнес-процесів і шаблони звітних форм шляхом параметричної настройки. Система повинна легко налаштовуватися і інтегруватися в рамках ІВС підприємства з іншим програмним забезпеченням (наприклад, з корпоративним ПО розрахунку зарплати або управління персоналом, ПО управління документообігом, САД / САМ / САЕ-системами, PDM-системами та ін.). Важливим моментом при цьому є те, що всі необхідні доопрацювання системи повинна робити фірма-розробник, юридично відповідає перед підприємством за якість своєї роботи.

Термінологія. При аналізі західної системи необхідно уважно проаналізувати її термінологію і якість русифікації. Документація повинна бути повною і зрозумілою, а термінологія - звичною. У свою чергу, супровідна документація на систему теж повинна бути повною і доступною для розуміння.

Географічна близькість фірми-розробника або компанії-впроваджувача. Легше і зручніше взаємодіяти з фірмою, співробітники якої зможуть оперативно (протягом лічених годин) з'явитися на підприємстві, де працює впроваджена ними система. Географічна близькість важлива і при необхідності доопрацювання системи, так як фірма-розробник зазвичай завжди закладає у вартість доопрацювання відрядження (не можна забувати, що проект доопрацювання буде більш тривалим і незручності його - більш істотними, якщо фірма-розробник знаходиться досить далеко).

Прийнятність ціни системи. Слід враховувати, що на весь цикл установки ERP-системи (покупку, впровадження, супровід, розвиток) доведеться витратити в кілька разів більше коштів, ніж на придбання самого ПО (з коефіцієнтом 3.0 - 10.0). При цьому чим складніше і дорожче впроваджувана ERP-система, тим вище буде коефіцієнт.

Можливість модульного придбання системи. Для економії коштів повинна існувати можливість придбання і впровадження ERP-системи помодульно і тільки на необхідне число робочих місць. Купівля повного комплекту модулів системи відразу - не найкращий варіант, тому що всі модулі будуть впроваджені тільки через кілька років, а за цей час деякі з них можуть вже застаріти (як і сама система).

Обрана ERP-система повинна відповідати таким загальним технічним вимогам.

Можливість інтеграції з великим числом програмних продуктів (з мінімальним рівнем інтеграції - на рівні відкритих кодів командного рядка або підтримки стандарту OLE Automation).

Забезпечення безпеки за допомогою різних методів контролю і розмежування доступу до інформаційних ресурсів. Наявність в складі ERP-системи програмно-апаратних засобів захисту інформації, сертифікованих в ФАПСИ (дозволяють шифрувати дані, що підтримують електронний цифровий підпис і аутентифіцируючий на її основі користувачів). Ефективність програмних засобів захисту може бути також істотно підвищена за рахунок застосування апаратних і біометричних засобів (апаратних ключів, токенів, смарт-карт, пристроїв розпізнавання відбитків пальців, сітківки ока, голосу, особи, оцифрованої підпису та ін.), Що з'явилися останнім часом на ринку.

Масштабованість для роботи з різним числом клієнтських місць і можливістю розвитку системи.

Модульний принцип побудови системи з оперативно-незалежних функціональних блоків з розширенням за рахунок відкритих стандартів (API, COM і ін.).

Багато застосування триланкової архітектури: <сервер бази даних, сервер додатків, клієнт>. Клієнт при цьому може бути "товстим", "тонким" або "надтонкою".

Система повинна мати можливість міграції з платформи на платформу. Обов'язково повинні бути версії для ОС MS Windows, Novell NetWare і UNIX (і її клонів).

У набір СУБД, що підтримуються обраній ERP-системою, обов'язково має входити поширене ПО (наприклад, DB2, Oracle, Sybase, MS SQL Server, Informix та ін).

Підтримка технологій розподіленої обробки інформації, технологій Internet / Intranet з можливістю роботи через "тонкого клієнта". Таке технічне рішення дозволяє використовувати стандартні сховища даних (бібліотеки документів, бази даних) з локальних, корпоративних і глобальних мереж, не вимагаючи істотних витрат на додаткове адміністрування і підтримку цілісності, надійності і безпеки зберігання даних.

Підтримка технологій багаторівневого електронного архівування інформації на різних носіях (дискових масивах, CD-ROM, CD-RW, магнітооптичних дисках і бібліотеках, стрічкових бібліотеках і ін.).

Наявність аналітичних можливостей і вбудованих інструментальних засобів (що дозволяють самостійно нарощувати функціональність встановленої ERP-системи).

Задовільні експлуатаційні характеристики (легкість адміністрування, навчання, ергономічність робочих місць, російськомовний інтерфейс та ін.).

Ефективність впровадження корпоративної інформаційної системи повинна оцінюватися віддачею від інвестицій (поверненням вартості вкладень). При цьому в загальному випадку враховуються такі показники.

Загальна вартість володіння (Total Cost of Ownership - TCO), що включає ПО, апаратні засоби, вартість зовнішнього обслуговування і витрати на експлуатацію, супровід і зарплату фахівців і персоналу.

Компанія Meta Group проводила спеціальне дослідження вартості володіння ERP-системою (TCO), в яку включалися апаратне і програмне забезпечення, а також вартість послуг і витрати на персонал. У підсумкову величину включалися витрати на інсталяцію системи і дворічний період впровадження, протягом якого здійснюється супровід системи, її оновлення або нарощування і оптимізація. Серед 63 компаній, які брали участь в дослідженні (вони представляли різні галузі промисловості і ставилися як до малого чи середнього, так і великого бізнесу), середня величина TCO склала \$ 1,5 млн (з розкидом від \$ 400 тис. До \$ 3 млн). Існують також оцінки зарубіжних аналітиків, що співвідношення "ціна-ефективність" при впровадженні MRP / ERP-систем знаходиться в діапазоні 0.25-2.0.

Час впровадження (Time to Implement - TTI), крім якого треба враховувати і час, який треба було, щоб окупити впровадження (загальний час називається Time to Benefit - TTB).

Повернення інвестицій (Return On Investment - ROI). За даними дослідження Meta Group, середнє значення ROI після впровадження ERP-

систем склало \$ 1,6 млн на рік. У кожного ринку своя специфіка розрахунку повернення інвестицій, проте відомий ряд випадків, коли кошти, витрачені на постачання та впровадження ПЗ управління підприємством, окупалися досить швидко

Загальна сума витрат підприємства на впровадження ERP-системи (Net Present Value - NPV), в яку входять вартості програмно-апаратних засобів, послуг, зарплати, витрат після впровадження і віддачі від інвестицій.

За своєю суттю впровадження ERP-системи - це не просто інсталяція придбаного програмного пакета, це також і комплекс трудомістких заходів як з реінжинірингу бізнес-процесів підприємства та доопрацюванні впроваджуваних програмних засобів, так і з навчання співробітників підприємства роботі з системою.

Необхідно уявляти собі приблизну ціну впровадження. Іноді краще відразу купити дорогу і багатофункціональну систему, ніж кілька недорогих програмних пакетів, вартість доопрацювання та інтеграції яких може перевищити ціну дорожчій системи.

Не слід економити також на послуги впроваджувальних фірм, так як самостійне впровадження зажадає значно більше часу і сил. При цьому команда внедренцев повинна обов'язково виконати наступні умови:

- підготувати контрольні і тестові приклади роботи впроваджуваного програмного забезпечення на основі даних, наданих клієнтом. В цьому випадку можна зрозуміти, наскільки повно вже наявна в системі функціональність дозволяє автоматизувати основні бізнес-процеси підприємства, і приблизний обсяг необхідного доопрацювання програмного забезпечення;
- представити докладний опис проекту впровадження (вартість, зміст і терміни виконання етапів, докладний опис передбачуваних результатів);
- навчати фахівців підприємства роботі з впроваджуваної системою вже на етапі впровадження;

– брати участь в складанні першого після впровадження системи балансу підприємства і необхідних звітних форм.

Дуже важливим моментом при підготовці договору про впровадження є чітке формулювання його умов, особливо щодо того, що повинна робити впроваджувана система. Якщо в договорі не передбачено, наприклад, що впроваджувальна компанія переносить дані з успадкованих систем в встановлювану ERP-систему в рамках загальної вартості договору, то некоректно додатково вимагати від неї безкоштовного виконання цієї об'ємної і рутинної роботи. Необхідно грамотно і повно скласти технічне завдання на проект впровадження ERP-системи.

У проекті впровадження (на всіх його етапах) обов'язково повинні брати участь співробітники підприємства з метою накопичення досвіду для подальшого супроводу системи. При цьому рівень кваліфікації і здатності залучаються співробітників будуть безпосередньо впливати на успіх всього проекту впровадження. Чим серйозніше ставлення керівництва до підбору персоналу для групи впровадження, тим більшу віддачу від впровадження отримає підприємство. Фахівці підприємства, що входять в групу впровадження, обов'язково повинні пройти навчання (вартість якого для західних ERP-систем може досягати сотень тисяч доларів).

При організації проекту впровадження необхідно чітко розділяти консультаційний супровід впровадження ERP-системи і безпосереднє впровадження ERP-системи. Під консультаційним супроводом впровадження розуміється навчання і консультації співробітників підприємства з різних питань (налаштування модулів, особливостям їх використання для вирішення конкретних завдань на етапі обстеження і впровадження і т. Д.). Консультаційний супровід виконується фахівцями-внедренцем. У свою чергу, безпосереднім впровадженням (формуванням бази нормативно-довідкової інформації, моделюванням процесів діяльності, проведенням дослідної експлуатації ERP-системи і введенням її в промислову

експлуатацію) повинні займатися співробітники підприємства, що входять в групу впровадження.



Рисунок 1.3 - Практичні кроки по впровадженню КІС

В процесі впровадження підприємство повинно отримати не тільки налаштовану і функціонуючу ERP-систему, а й власних професійно підготовлених співробітників, здатних самостійно супроводжувати її (важливим моментом є також додаткове матеріальне і моральне стимулювання працівників підприємства, що беруть участь в проекті впровадження).

Впровадження ERP-системи завжди супроводжується певною коригуванням (оптимізацією) як організаційно-штатної структури підприємства, так і процесів його діяльності. При цьому основним критерієм

необхідності змін слід вважати їх доцільність з точки зору забезпечення ефективності процесу управління підприємством в цілому.

Керівництво підприємства повинно розуміти, до чого призведуть ці зміни, і (після прийняття рішення про зміни) послідовно реалізовувати їх. Підсумовуючи вищесказане, можна сформулювати перелік найважливіших практичних кроків по початковій фазі впровадження КІС (рис. 8).

Незважаючи на незаперечні переваги ERP-систем, не можна не відзначити ряд проблем, з якими в даний час стикаються їх користувачі.

Ця проблема є основною і свідчить про те, що будь-яка передова технологія буде корисна тільки в разі її грамотного впровадження і використання. На багатьох підприємствах, які витратили величезні кошти на придбання і впровадження ERP-систем, їх запуск привів тільки до негативних результатів. Слід сказати, що, за даними зарубіжних аналітиків, до 40% проектів впровадження ERP-систем виявляються невдалими. Після довгого, хворобливого і дорогого впровадження багато підприємств в кінці кінців приходили до висновку, що практично аналогічних результатів можна було досягти і без установки ERP-систем (наприклад, за рахунок звичайної оптимізації бізнес-процесів на базі вже існуючих апаратно-програмних засобів).

У звіті Boston Consulting Group (BCG) досліджувалася проблема задоволеності підприємств результатами впровадження у них ERP-систем. В ході дослідження було опитано 100 IT-менеджерів, відповідальних за впровадження ERP-системи на підприємствах протягом останніх 5 років. На думку аналітиків BCG, ERP-системи є життєво необхідними для підприємств, проте успіх впровадження залежить від того, чи вдалося їх адаптувати максимально близько до бізнес-процесів підприємства або, навпаки, перебудувати бізнес-процесов під стандартні функціональності ERP-системи.

Результати опитування свідчать, що лише кожне третє підприємство задоволене результатами впровадження ERP-системи при оцінці за

критеріями ціноутворення, цінової ефективності, реального фінансового впливу і досягнення поставлених цілей. За даними BCG, близько 50% користувачів ERP-систем оцінюють свої фінансові, виробничі та кадрові додатки як невідповідні поставленим цілям (тільки близько 30% оцінюють впровадження ERP-системи як успішне).

Досить показові і інші результати дослідження BCG. Відзначається відносно невелике число успішних впроваджень. Немає також переконливих доказів користі для підприємства від впровадження ERP-системи. У той час як 60% менеджерів вважають, що їх зусилля по впровадженню таких систем принесли значну користь, 52% вважають, що вони досягли поставлених бізнес-цілей, і тільки 37% відзначають помітний позитивний фінансовий ефект після впровадження ERP-системи.

В ході опитування виявлено і зростання незадоволеності замовників розробниками ERP-систем. 15% вважають, що ERP-розробники не фокусуються на цілях ведення бізнесу, 33% вважають, що ERP-розробники тільки сприяють невиправданих витрат своїх клієнтів, а 12% просто розірвали контракт зі своїм першим ERP-постачальником. Крім того, багато опитаних вважають, що ціна впровадження ERP-системи дуже висока. Кожен п'ятий впровадив у себе на підприємстві ERP-систему вважає, що міг зробити це ж за меншу ціну (вони ж вважають, що більше половини витрат були зайвими). Всі опитані менеджери вважають ERP-системи меншої вартості кращими.

Як показав досвід, середня вартість проектів по впровадженню ERP-систем, які отримали позитивну оцінку, становить 7-10 мільйонів доларів, а середня вартість проекту з негативною оцінкою - до 90 мільйонів.

За дослідженнями Gartner Group в багатьох випадках успішно впроваджена система не реалізує повністю свої функції через незадовільний використання і супроводу. Причин тому багато: недостатня підготовленість підприємства, погано навчений персонал, відсутність політики безпеки, застаріле мережеве та електротехнічне обладнання та т. Д. (Рис. 9).

Якість виконання проекту впровадження ERP-системи також не завжди задовольняє замовника. У 58% з позитивною оцінкою результатів впровадження ERP-системи виконавці проектів завершили їх у термін і в рамках бюджету. Аналогічна картина характерна і для 33% респондентів з негативним ставленням до результатів впровадження ERP-системи.

Існують і дані Standish Group, що тільки в 16% випадків повнофункціональне впровадження ERP-систем закінчується вчасно і в рамках запланованого бюджету. Майже в 30% випадків впровадження припиняється достроково, в решті випадків перевищуються терміни / бюджет проекту впровадження або ж обмежується передбачена в проекті функціональність. У зв'язку з усім вищесказаним, постачальники ERP-систем воліють говорити скоріше про свій досвід "продуктивних", а не "успішних" впроваджень.

Складність ефективної інтеграції ERP-систем з додатками третіх фірм

В першу чергу, це відноситься до додатків електронного бізнесу (e-Business). Якщо раніше створені ERP-системи були призначені для інтеграції великої частини внутрішніх бізнес-процесів підприємства (наприклад, управління роботою складів, проходження замовлень або проведення платежів), то в даний час все більше число користувачів хочуть об'єднати свою внутрішню систему (Back-Office) з зовнішньою системою (Front-End), через яку здійснюється взаємодія з клієнтами та партнерами.

Основна причина незадоволеності менеджерів - нездатність ERP-систем успішно взаємодіяти з додатками електронної комерції. Про те, наскільки важко пов'язати ERP-системи з додатками електронної комерції, свідчать і результати дослідження AMR Research.

З 800 опитаних компаній лише 15% надають своїм клієнтам і партнерам можливість перевіряти стан замовлення безпосередньо на Web-сайті, і тільки від 5 до 10% дозволяють їм виконувати транзакції. За різними оцінками, в даний час існує не так вже й багато електронних магазинів, в яких налагоджена повна інтеграція з серверними системами. У деяких

онлайн-магазинів замовлення, отриманий через Internet, до сих пір спочатку надходить до співробітника, який вручну вводить його в ERP-систему.

ERP-системи добре справляються з отриманням і зберіганням даних, коли ж справа доходить до аналізу і обробки інформації, то можливості ERP-систем виявляються досить обмеженими. Схема даних, що використовуються для управління ресурсами підприємства, дуже складна. Всі корпоративні дані знаходяться "всередині" ERP-системи, але вони залишаються "прихованими", і витягти їх для аналізу досить складно. Крім того, ERP-системи недостатньо повно інтегровані з іншими додатками і зовнішніми джерелами інформації, звідки надходять дані для аналітичної обробки.

Наприклад, компанія PacifiCorp (входить в групу ScottishPower, 8000 співробітників), що поставляє електрику 1,4 мільйонам споживачів (домашнім, комерційним і промисловим) в 6 західних штатах США, впровадила у себе ERP-систему SAP R / 3. Після того як PacifiCorp інтегрувала свої успадковані системи в середу SAP R / 3, з'ясувалося, що стала важкодоступній критично важлива бізнес-інформація, необхідна для аналізу стану запасів, персоналу, фінансів, клієнтів та ін. Фактично після впровадження R / 3 можливість оперативного доступу до цієї інформації серйозно не змогла. PacifiCorp довелося додатково впроваджувати програмне забезпечення PowerConnect for SAP R / 3 і ПО PowerCenter (розробки компанії Informatica) для забезпечення доступу до цієї інформації і інтегрувати її з інформацією, що зберігається в системі обслуговування клієнтів.

При збереженні поточних тенденцій розвитку ринку корпоративного ПО в найближчі роки можна з великим ступенем ймовірності спрогнозувати різке загострення конкуренції між ERP-системами, особливо призначеними для середніх і великих підприємств.

1.3 Аналіз наукових джерел

Питання стратегічного планування, аналізу та оптимізації бізнес-процесів і управління діяльністю компанії, докладно досліджуються в працях вітчизняних і зарубіжних дослідників: І. Ансоффа, Р. Гранта, В.Демінга, Д.В. Денисова, П. Друкера, Н.Є. Єгорової, Р. Каплана, Г. Мінцберга, Д. Харрінгтона, К.С. Есселінга, Х. Ван Німвегена, Г.Б. Клейнера і ін.

Моделі і методи прийняття рішень докладно розглядаються в працях А. В. Андрейчикова, О. Н. Андрейчикова, В.В. Діка, О.І. Ларичева, Г.Н. Калянова, Т. Сааті, Ю.Ф. Тельнова, А.І. Урінцова і ін.

Питання оцінки впливу впровадження ERP-систем на діяльність фірм і труднощів, з якими стикаються компанії при впровадженні ERP-систем, знайшли своє відображення в дослідженнях Бостонського, Гарвардського, Каїрського, Каліфорнійського, Кембріджського та Колумбійського університетів, Європейського центру кращих бізнес-практик, Гарвардської бізнес -школа, НДУ ВШЕ, МГТУ, МЕСІ, і ін., а так само роботах дослідників: Д. Глейком, О. Гупта, С. Колесникова, С. Марі Лаукканен, Д. О'Лірі, С.В. Пітеркіна, А.І. Рибникова, К.Г. Скрипкіна, і ін.

У традиційному уявленні прийняття рішення про впровадження ERP-системи методологічно базується або на проектно-інвестиційному аналізі, або на підходах проектного менеджменту та процесного аналізу. У той же час кожен з цих методів придатний для аналізу лише окремих аспектів оцінки доцільності впровадження. Так, методи проектного аналізу базуються на інвестиційних показниках, які складно оцінити до початку процесу впровадження: практично будь-яка оцінка, закладена в модель їх розрахунку, спочатку базуючись на емпіричних оцінках ризиків впровадження, буде в підсумку сильно відрізнятися від реальності і не може забезпечити точний прогноз віддачі від інвестицій в ERP-систему.

Підходи процесного аналізу і проектного менеджменту припускають оцінку ефективності з використанням методів управління проектом, зокрема,

контролю за терміном проведення робіт і рівнем їх виконання, але вони не дозволяють провести передінвестиційну оцінку ефективності та здійснити вибір варіанта ERP-системи, найкращим чином задовольняє завданням компанії.

Крім того, всі перераховані вище методи при аналізі доцільності впровадження ERP-системи використовують кількісні оцінки - головним чином фінансові показники і не враховують такі важливі кількісні критерії, як швидкість передачі даних в системі, кількість обслуговуючого персоналу, кількість часу, що витрачається на навчання персоналу роботі з ERP - системою тощо.

Ігнорування якісних критеріїв істотно спотворює реальну значимість ERP-системи і її роль в стратегічному розвитку компанії і перспективи її зростання. Так, при використанні тільки фінансових критеріїв оцінка доцільності впровадження більшості ефективно працюють в даний час ERP-систем може виявитися негативною. Авторська позиція полягає в тому, щоб процедури прийняття рішення про впровадження ERP-системи базувалися на економіко-математичному інструментарії, що використовує кількісні і якісні критерії їх оцінки.

В результаті виникає необхідність формування комплексного підходу до прийняття рішення про впровадження ERP-системи, що включає в себе як традиційні фінансово-інвестиційні, так і моделі на основі нечіткої логіки.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ ПРОЦЕСУ ВПРОВАДЖЕННЯ ERP-СИСТЕМИ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

2.1 Моделювання впровадження ERP- системи на промисловому підприємстві

Моделювання проникає в практику впровадження складних типових продуктів ERP через їх методологічного, функціонального і програмно-технічного ускладнення.

Моделювання в ERP має на увазі використання самої системи для отримання демо-моделі. Демо-модель будується на даних і процесах Замовника у вигляді наскрізних прикладів, які дозволяють перевірити рішення "як буде" в типовій системі. Відсутній функціонал виділяється в доопрацювання. На них можуть бути зроблені "заглушки" в демо-моделі. Але при цьому переслідується мета мінімізації доробок, збереження типового функціоналу та його максимального використання.

Таке моделювання, як видно, не вимагає додаткового інструментарію, але вимагає дотримання певної технології робіт і отримання певного переліку конкретних результатів.

При впровадженні менш складних систем ERP етап моделювання міг називатися "Накладення типового функціоналу", "Визначення карти функціонального покриття" і ін. За результатами обстеження розроблялися функціонально-рольові вимоги, по ним описувалися рішення "як буде" з отриманням карти функціонального покриття. Підготувати далі Технічне завдання не могло врахувати всіх деталей, виявити оптимальні варіанти рішень.

План впровадження може відрізнитися в залежності від передбачуваної моделі впровадження, в основному їх дві:

- під систему,

– під процеси.

Під систему: передбачає, що в компанії все або більшість бізнес-процесів будуть приводиться у відповідність процесам стандартно налаштованим в системі ERP.

В цьому випадку попередньою моделювання буде часу приділяється мінімум, а ось навчання персоналу часу доведеться приділити більше.

Під процеси компанії - означає, що основну частину своїх бізнес-процесів, компанія бажає перенести в систему ERP в незмінному вигляді.

Для такої моделі впровадження, етап моделювання стає дуже важливим, оскільки далі піде доопрацювання системи, і важливо грамотно скласти технічне завдання, засноване на чіткому розумінні бізнес-процесів. А ось етап навчання буде вже не таким трудомістким, оскільки для кінцевих користувачів процеси залишаться ті ж, і зовні змін буде не так багато як в першій моделі.

Часто використовується змішана модель оскільки не всі процеси варто реалізовувати в системі, це буде виявлено на етапі складання функціональних вимог.

Однією з великих проблем в розробці інформаційних систем є відсутність однозначного розуміння текстів технічних завдань і вимог усіма учасниками процесу. Є незліченну кількість прикладів, коли після дуже довгого збору вимоги і написання технічного завдання - підсумкова система не особливо влаштовує замовників, чиї вимоги, формально, були повністю враховані в ТЗ. Причина цього дуже проста - не бачачи підсумкового результату дуже складно собі уявити в голові підсумкову систему, і це уявлення може бути різним у замовників і виконавців. Як вирішення цієї проблеми, в світі розробки комерційного ПЗ вже давно кращою практикою визнана т.зв. "Ітеративна розробка" або Agile, коли всі функції реалізуються поступово, з демонстрацією проміжного результату замовнику, щоб він міг на більш ранньому етапі внести свої корективи.

Правильне виконання етапу моделювання базується саме на ітеративном підході. Спочатку збираються ключові вимоги Замовника, виконавець продумує, як їх втілити, і відразу готує демонстрацію способу їх втілення в інформаційній системі. Клієнт швидко бачить зворотний зв'язок, розуміє, чи влаштовує його запропонований підхід (часто існує кілька альтернатив) і дає більш детальні вимоги до нюансів бізнес-процесів. Таким чином, замовник весь час бачить фінальний результат, деталізація опрацювання якого буде поступово збільшуватися. Такий багатоетапний підхід до уточнення вимог можна порівняти з наведенням різкості на фотоапараті - поступово картинка стає все більш і більш чіткої. На противагу цьому, при підготовці ТЗ без проміжних демонстрацій Замовник відразу побачить кінцеву картинку, але, можливо, зовсім не з того ракурсу, який він хотів би.

Етап моделювання - це процес поступового збору вимог, демонстрації способів їх втілення Замовнику, і формулювання концепції необхідних доробок системи (шляхом настройки типової системи, або розробки додаткового функціонала). В ході етапу моделювання також необхідно пояснювати ключовим користувачам, як пропонована модель настройки типової системи буде вирішувати їх завдання. Для цього проводиться пояснення базових принципів роботи системи і відбувається поступове навчання ключових представників Замовника порядку роботи з системою. Тобто етап моделювання неминуче включає в себе і часткове навчання ключових користувачів Замовника.

Моделювання передбачає обов'язкову перевірку всіх рішень "як буде" на прикладах демо-моделі з ітеративним уточненням функціональних вимог. На виході - максимально близькі до реальності рішення.

На практиці Моделювання може проводитися як етап проектного впровадження або як окремий проект (табл.2.1).

На виході моделювання обов'язково необхідно отримати:

1. Демо-модель - демо-базу з прикладами реалізації охоплених процесів компанії.
2. Уточнені вимоги, перелік доробок типового функціоналу.
3. Документ Концептуальний дизайн - перший базовий документ з описом рішень і доопрацювань, прийнятих в демо-моделі, з посиланнями на демо-базу. Він відображає узгоджене єдине розуміння всіх рішень у Замовника і Виконавця.
4. План перенесення даних при впровадженні, план-графік і вартісну оцінку впровадження.
5. Залучення в ERP-рішення ключових користувачів Замовника.

Таблиця 2.1 - Обов'язкові стадії і складові робіт з моделювання ERP

Стадії	Зміст
1. Експрес-дослідження	Збір даних Аналіз поточних систем
2. Складання плану моделювання	Список блоків / процесів з оцінкою в часі Окремий блок - експрес-дослідження Окремий блок - перенесення даних і порядок впровадження
3. Моделювання	Підготовка прикладу / рішення по блоку / процесу Опис рішення в Концептуальному дизайні (драфт КД) Демонстрація рішення, збір зауважень, формування очікувань Замовника Коригування рішення / моделі Перелік доробок за рішенням Передача демо-базу з описом рішення (драфт КД)
4. Оцінка міграції даних і впровадження	Аналіз поточних систем та демо-базу на перенесення даних Опрацювання об'єктів і способів перенесення Опис (драфт КД) змісту перенесення даних і початкових залишків Розрахунок трудомісткості і термінів впровадження з урахуванням підготовки документації та навчання персоналу
5. Коригування і компоновка документа Концептуальний дизайн	Включає опис рішень по процесам і доопрацюванням, опис змісту перенесення даних і початкових залишків. Може включати опис налаштування прав доступу за допомогою типових профілів і матрицю ролей, різні додатки

Таким чином до моменту впровадження та Замовник і Виконавець приходять з чітким уявленням масштабів і деталей впровадження, можуть далі планувати і контролювати процеси і ресурси.

Експрес-обстеження передбачає збір даних, необхідних і достатніх для складання плану і початку моделювання. Тут передбачається, що відсутні дані можна оперативно отримати від Замовника в процесі складання наскрізних прикладів.

Складання плану моделювання - це обов'язкова стадія підготовки до моделювання.

Повинні бути прописані всі процеси по блокам, що вимагають моделювання (межі). По кожному блоку визначена тривалість в днях і трудомісткість в годинах.

Враховано час на підготовку моделі і її демонстрацію, на коригування та повторний показ моделі по кожному процесу.

Враховано час на написання драфт КД, яке повинно складатися паралельно зі складанням прикладів і бути надано Замовнику після демонстрації.

Враховано час, необхідний Замовнику для самостійного ознайомлення з рішеннями. А також час на різні відстрочки, що виникають у Замовника по виробничим причин.

Враховано час на експрес-обстеження і на роботи з оцінки переносу даних і впровадження.

Безпосередньо моделювання ведеться по блокам / ділянкам, ітераціями, з активною зворотним зв'язком з Замовником: створення рішення / моделі - демонстрація - коригування моделі - прийняття рішення. До демонстрації, крім демо-моделі, готуються ескізи рішень у вигляді драфт КД для роздачі і майбутньої компонування. Якість демонстрації має ключове значення. Воно переслідує як мінімум наступні цілі:

Показати максимальне використання типового функціоналу. У деяких випадках спонукати Замовника частково перебудувати свої бізнес-процеси під типовий функціонал.

Навернути і залучити до ERP-рішення представників Замовника, мають відмінний і навіть протилежний досвід роботи з системами.

Отримати зворотній зв'язок: збір критичних вимог, управління запереченнями і очікуваннями Замовника.

Замовник повинен оперативно отримувати напрацьовані матеріали: проміжні демо-бази для практичного ознайомлення, драфт-опису КД, відеозаписи демонстрацій.

Слід зазначити, що Замовник завжди відстає і не здатний відразу «переварити» демо-рішення з різних причин. Часто зворотний зв'язок приходиться із запізненням, але повинна бути відображена в КД.

На цьому етапі визначається межі проекту: ресурси, терміни, бюджет.

Перт: Project Evaluation and Review Technique - техніка оцінки та аналізу

За методологією оцінка виставляється на підставі 3-х позицій:

мінімально можливою для виконання процесу,

середньої за оцінкою експерта,

максимальної, вище якої не знадобляться витрати.

І для того, щоб отримати єдину, найбільш виважену ціну, яка і цікавить замовника, є методика її розрахунку.

За результатами проведення експрес-обстеження клієнт отримує достатню кількість інформації, щоб прийняти рішення про старт проекту. На підставі отриманого звіту про обстеження клієнт також може проводити тендер для вибору підрядника.

Підсумком даного етапу стає укладення договору і формування проектною команди.

Після закінчення безпосередньо моделювання та отримання демо-моделі Замовник повинен зробити наступний крок до впровадження. Для цього йому буде потрібно оцінка міграції даних і впровадження. Завдання Виконавця оцінити трансформацію Вихідна система >>> Демо-модель, тобто зробити оцінку впровадження, а саме, визначити склад перенесення даних, трудомісткість / терміни доробок і перенесення даних, інші роботи.

На завершення робіт проводиться компонування документа Концептуальний дизайн з уже наявних драфт-описів рішень. Підсумковий документ повинен адекватно і комплексно описувати цільову модель і не бути простим набором окремих драфт-описів.

Документ Концептуальний дизайн відображає деяке узгоджене стан в русі до впровадження між Замовником та Виконавцем, є вихідним документом для впровадження, який:

- описує рішення "як буде";
- містить інформацію для постановки завдань на доопрацювання;
- визначає показники, стадії перенесення даних і впровадження.

Дані зібрані при експрес обстеженні в подальшому розширюються і трансформуються в документ Функціональних вимог.

Функціональні вимоги (ФТ) - це задокументовані і оброблені аналітиком вимоги до роботи системи за всіма бізнес-процесів компанії.

Документ містить опис процесів, зіставлених з поточним функціоналом системи, зі списком потрібних доробок, для повної реалізації вимог.

Складання ФТ - це частина технології стандартного і проектного впровадження.

Які переваги дає клієнтові проходження етапу опису функціональних вимог.

Ризики і будуть виявлені попередньо на етапі моделювання, а не після проведення доробок.

Ретельно проаналізована і правильно побудованої архітектура системи дозволяє скорочувати час на доопрацювання, тестування, і можливе усунення помилок.

Опис всіх ваших процесів в частині їх відображення в системі використовується як основа для внутрішньої оптимізації.

На практиці складання функціональних вимог допомагає керівництву знаходити слабкі місця і розставляти пріоритети, виявляє необхідність

автоматизації кожної ділянки і коректність рішення. Це відкриває додаткові можливості оптимізації бізнес-процесів ще до впровадження системи.

Складання функціональних вимог:

На етапі складання функціональних вимог, які є частиною класичної методології готуються наступний опис: моделі бізнес-процесів (нотація BPMN) в форматі as is (як є) і to be (як буде), функціональні вимоги (формульований опис вимог - процеси деталізуються до рівня операції), прототипи інтерфейсів і друкованих форм, модель даних, події / алгоритми, діаграма зв'язків, інтеграція систем, загальні налаштування системи, нефункціональні вимоги.

Рольова модель - враховує комбінації прав і ролі користувачів, за допомогою моделі можливо виявляться необхідні структурні зміни в самій компанії.

Матриця переходу - яка описує, що потрібно робити організаційно для того, щоб цей процес заробив, як задумано, оскільки тільки установки і налаштування системи.

Слід моделювати блоки оперативного обліку - Продажі і CRM, Закупівлі та забезпечення, Виробництво, WMS-склад, об'ємно-календарне планування, Управлінський облік та облік витрат.

Блоки Кадри, Зарплата також вимагають часткового моделювання по процесам, узгодженим із Замовником. Наприклад, по нарахуванню та відображенню зарплати за напрямками діяльності, за нетиповим нарахуваннях типу «бонус до зарплати» і ін.

Блок Регламентований облік бере дані з оперативного контуру, тому може бути зміщений у часі щодо оперативного обліку. Але практично всі ділянки регламентованого обліку повинні бути промодельовані, проведені в бухгалтерському та податковому обліку і продемонстровані Замовнику, в т.ч. на цифрах в стандартних звітах. З цього блоку у Замовника часто виникають нюанси і питання з обліку ПДВ, розрахунку податку на прибуток, ведення розрахунків з ПДФО та ін.

Блок Бюджетування може бути промодельований в мінімальному обсязі для показу і оцінки його застосовності Замовником. Розробка положення про бюджетування і його повна реалізація є частиною подальшого впровадження.

2.2 Моделювання ефективності впровадження ERP- системи на промисловому підприємстві

На даний момент в секторі оптимізації бізнес-процесів підприємств за допомогою використання ERP-систем існує безліч підходів до оцінки ефективності їх впровадження. Експерти ринку систематизують ці підходи в такий спосіб:

а. Економічна складова оцінки ефективності:

- підхід на основі методів інвестиційного менеджменту;
- економічний аналіз.

б. «Внутрішня» або «процесная» складова:

- підхід на основі методів проектного менеджменту;
- елементи процесного менеджменту.

Сукупна оцінка доцільності впровадження може складатися з декількох інтегрованих інвестиційних показників. Найбільш часто використовуваним методом оцінки ефективності впровадження ERP-системи є аналіз рентабельності, для якого розраховується коефіцієнт віддачі від інвестицій:

$$ROI = \frac{CBI - TCO}{TCO}, \quad (2.1)$$

де ROI – коефіцієнт віддачі від інвестицій після впровадження ERP-системи;

TCO – сукупна вартість володіння ERP-системою;

CBI – вигода від впровадження ERP-системи.

Всі величини розраховуються в грошовому вираженні. Під сукупною вартістю володіння розуміється сума всіх первинних і наступних витрат до моменту впровадження системи, включаючи витрати на внутрішній і зовнішній консалтинг і послуги інтеграторів. В аналізі сукупних витрат необхідно орієнтуватися на витрати, що виникають на всіх етапах життєвого циклу системи [25].

Крім складової частини розрахункового показника ROI, TCO використовується як самостійний показник. В рамках такого підходу може проводитися оцінка вартості придбання, адміністрування та установки, переміщення і модернізації, технічної підтримки і супроводу, вимушених простоїв і інших витрат.

Методологія TCO, в основному, використовується для підрахунку поточних вартісних параметрів. З її допомогою можна досить повно проаналізувати ефективність якихось окремих підсистем, функцій або набору функцій.

Згідно Т. Майєру, TCO - це ефективний підхід до визначення найкращого співвідношення «ціна - якість» для підприємств сфери послуг, на основі розгляду таких ключових бізнес-процесів, як: відновлення після збоїв і простоїв, управління модернізацією та технічна підтримка користувачів. Однак методологія TCO не враховує ризики і не дозволяє віднести технологію зі стратегічними цілями компанії і рішенням задачі підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку [24].

Також може використовуватися метод СВА (Cost Benefit Analysis), який передбачає детальний розгляд кожної з статей витрат. По суті метод СВА є евристичним методом, тобто передбачає експертні оцінки вигідності альтернативних варіантів інвестиційних вкладень. Як альтернативне рішення розглядається збереження старої (існуючої) інформаційної системи. Вигоди і витрати цього варіанту оцінюються окремо.

Крім показника віддачі від інвестицій (ROI), для економічної складової оцінки ефективності використовують і звичні інструменти інвестиційного

аналізу показники NPV (чистий приведений дохід) і IRR (внутрішня норма рентабельності).

Альтернативою підходу оцінки через розрахунок NPV є методологія розрахунку економічної методом доданої вартості (EVA). За методологією EVA, при оцінці ефективності впровадження ERP-системи потрібно облік всіх інвестицій, в тому числі і початкових грошових вкладень, витрат на технічну підтримку, витрат на навчання і т. Д. Всі ці витрати вважаються платою за передбачувану вигоду, яка надалі буде сприяти збільшенню обороту і зниження внутрішніх витрат.

Для оцінки ефективності впровадження ERP-систем також використовують підхід розрахунку сукупного економічного ефекту (TEI). Методологія сукупного економічного ефекту спрямована на зниження ризиків і забезпечення «гнучкості», тобто очікуваних або потенційних переваг, які залишаються за рамками аналізу переваг і витрат [23, 29].

При підході TEI розглядаються кілька ключових параметрів: вартість системи, її переваги та гнучкість. Для кожного з них визначається деякий рівень ризику. Аналіз вартості проводиться, як правило, за методом TCO.

На додаток до фінансово-інвестиційним методам оцінки ефективності впровадження ERP-систем також використовуються методи економічного аналізу, деякі елементи якого використовуються в методиці аналізу вигідності витрат. У загальному випадку будь-який економічний аналіз необхідний для того, щоб оцінити, наскільки ефективно впровадження інформаційної системи, на основі порівняння витрат і вигод, а також альтернативних показників.

В економічному аналізі використовуються різні вирази для критерію мінімізації альтернативних витрат, зокрема:

порівняння показників роботи з інформаційною системою і без неї, аналіз вигідності інших проектів щодо поліпшення роботи підприємства (наприклад, з використанням більш простих і звичних офісних додатків);

зіставлення вигод від впровадження системи в грошовому еквіваленті і доходів від інвестицій в цінні папери або інші активи.

Як і для всіх економічних методик, для економічного аналізу характерна деяка непрозорість внутрішніх процесів проекту впровадження, що виникає через роботи з цифровими показниками, що не відображають всієї багатогранної специфіки бізнес-процесів. Даний недолік можна компенсувати за допомогою методів проектного та процесного менеджменту. Умовно, вони можуть бути віднесені до певної «процесної» або «внутрішньої» складової оцінки ефективності впровадження.

При використанні методів проектного менеджменту, аналіз ефективності впровадження ERP проводиться за допомогою поетапної укрупненої деталізації всіх операцій, що входять до складу проекту впровадження. В якості основи використовують традиційні методики PEST / COST-аналізу (Program Evaluation Review Technique), концепцію C / S CSC (Cost / Schedule Control System Criteria).

Розглянемо докладніше на методиці C / S CSC. Даний метод заснований на відомих мережевих моделях планування вартості і часу проекту. Він дозволяє розробити різні сценарії розвитку, і оцінити ефективність впровадження інформаційної системи на рівні окремих операцій, аж до початкової стадії реалізації. В рамках концепції показників часу і витрат, ефективність може бути оцінена як на рівні укрупнених стадій, так і окремих операцій проекту впровадження ERP на основі двох показників - це співвідношення обсягу планових і виконаних робіт, а також співвідношення планових і фактичних витрат [11, 29].

Оцінка ефективності впровадження ERP на основі процесного підходу передбачає розгляд проекту впровадження ERP з точки зору ефективності внутрішніх процесів. Головною відмінністю від методів проектного менеджменту є двостороння спрямованість процесів планування і контролю. Планування процесів здійснюється «зверху вниз» (виходячи з головних цілей, проект розбивається на основні процеси, кожен з яких складається з

підпроцесів), контроль же здійснюється «знизу вгору», тобто на основі показників ефективності виконання окремих підпроцесів, які потім агрегуються на більш високому рівні. Головна перевага процесного підходу в можливості контролю ефективності проекту через так звані «центри відповідальності», завданням яких є збір, аналіз і подальша передача інформації вищестоящому центру.

Стосовно до фінансово-інвестиційним методам, процесний підхід дозволяє при оцінці доходної частини інвестиційного проекту по впровадженню ERP-системи, провести в процесі впровадження оцінку ефекту від впливу впровадження на бізнес-процеси. Відповідно, в даному підході, виділяються процеси, на які впровадження ERP-системи зробило позитивний вплив і бізнес-процеси, на які процес впровадження негативно вплинув. Позитивним впливом є збільшення продуктивності процесу, скорочення часу виконання і зниження обсягів використання додаткових внутрішніх ресурсів. Тобто, поліпшенням процесу є будь-яке зменшення витрат фінансових і часових ресурсів на виконання бізнес-процесу. Негативним впливом автоматизації є, відповідно, будь-яке збільшення витрат на виконання процесу.

Ключовим недоліком процесного підходу до аналізу є відсутність диференціації оцінки доцільності впровадження за видами платформ для автоматизації. Крім того, при застосуванні процесного підходу, виникає описана вище проблема втрати інноваційності процесу і, головне, для застосування такого підходу необхідно мати налагоджені функціонують бізнес-процеси, які необхідно тільки автоматизувати і, можливо, частково перепроєктувати, але не створювати заново неотлаженістю процеси.

Крім фінансово-інвестиційних методів оцінки доцільності впровадження, використовуються якісні методи, в тому числі метод інформаційної економіки. Ідея методу полягає в тому, що топ-менеджмент компанії та IT-служба організують якусь систему координат - визначають пріоритети в розвитку бізнесу компанії і розставляють пріоритети проектних

критеріїв - ще до розгляду будь-якого ІТ-проекту, пріоритети по цих ефектів і критерії становить саме ІТ-директор, звичайно, під контролем топ-менеджменту. Щоб трохи зменшити рівень абстракції, цей метод часто об'єднують з керуванням портфелем проектів, коли ці ефекти розглядаються по всьому портфелю ІТ-проектів в цілому. Ключовим недоліком методу, крім високого рівня абстракції, є неформалізованості процедур формування критеріїв і відсутність аналізу відповідності цим критеріям чи не заздалегідь обраної ERP-системи, а всіх систем, які можуть задовольняти потреби компанії.

Ще одним якісним методом оцінки доцільності впровадження є підхід ІТ Scorecard, що базується на адаптованій для ІТ-служби Системі збалансованих показників, розробленої Капланом і Нортоном для формалізації і конкретизації стратегічних цілей компанії та їх проєкції на результати діяльності підрозділів і співробітників компанії. В ІТ Scorecard вибираються чотири збалансованих напрямки впливу ІТ на бізнес компанії. У класичному і самому застосовується випадку ці напрямки наступні: допомоги в розвитку бізнесу компанії, підвищення якості продукції (якість, як для внутрішніх, так і для зовнішніх користувачів), підвищення якості прийняття рішень та підвищення продуктивності праці. По суті, це більш конкретизовані критерії, що і в методі інформаційної економіки і володіє тими ж недоліками.

Таким чином, нами розглянуті всі основні методи оцінки ефективності функціонування ERP-систем, з недоліків, можна помститися їх роз'єднаність, так як кожен з методів придатний для аналізу лише частини складових оцінки ефективності впровадження. Методи економічного аналізу базуються на інвестиційних показниках, які складно оцінити до початку процесу впровадження і практично будь-яка оцінка, закладена в модель розрахунку ROI або NPV, спочатку базуючись на емпіричних оцінках, буде в підсумку сильно відрізнятись від реальності і не може точно прогнозувати віддачу від інвестицій в ERP-систему. Методи процесного аналізу припускають оцінку

ефективності через застосування методів управління проектом і контролю за терміном проведення робіт і рівнем їх виконання, але вони не дозволяють провести передінвестиційну оцінку ефективності та здійснити вибір найкращим чином задовольняє завданням компанії ERP-системи [28].

На закінчення даного розділу необхідно зазначити, що в даний час в питаннях прийняття рішення про впровадження та оцінки ефективності впровадження, превалює тенденція типізації підходу до впровадження і мінімізація індивідуальних критеріїв при виборі ІТ-додатки. Тенденція була виявлена автором при аналізі опублікованих до моменту написання дисертації досліджень і наукових робіт. В даному випадку, очевидно, що типізація підходу і зменшення числа унікальних характеристик проекту спрощує процес аналізу і ухвалення рішення про впровадження за рахунок більш точного підрахунку фінансово - інвестиційних показників проекту, оскільки для базової (типової) конфігурації системи є передбачені значення за ключовими показниками, таким як, «скорочення штату», «зниження витрат часу» та ін.

Дійсно, в разі, якщо керівництвом підприємства приймається рішення про проведення додаткової розробки системи, слід мати на увазі, що в цьому випадку проект з типового перетворюється в унікальний, що відбивається на оцінці ефективності. Як класичний приклад необхідності приведення бізнес-процесів компанії до типового вигляду, є фінансова діяльність компанії, зокрема, ведення бухгалтерського та управлінського обліку. Фінанси підприємств є найбільш чітко обмеженими і регульованими законодавством бізнес-процесами будь-якої компанії, але, в той же час, в існуючих в Росії реаліях «подвійний» бухгалтерії, навіть в цій сфері діяльності організації існують свої унікальні бізнес-процеси, автоматизація яких необхідна в тій ж мірою, що і типових фінансових процесів [4].

Прикладом такого роду подвійності процесів у фінансовому обліку може бути процес списання матеріалів будівельними організаціями, що працюють, з одного боку, в рамках затвердженої проектним інститутом

кошторису (проектно-кошторисної документації, проекту проведення робіт), з іншого - на підставі власного план-графіка робіт, в якому можливі відхилення від затверджених термінів, що тягне за собою виникнення розриву між терміном формального і реального списання матеріалів. Як наслідок, компанії необхідна можливість ведення бухгалтерського обліку паралельно з управлінським - в першому випадку ведеться офіційна звітність по списанню матеріалів, у другому - внутрішня по реальному витраті матеріалів в період,

Представлений в перших трьох розділах даної глави аналіз показує, що ґрунтуються па кількісному аналізі показники в істотному ступені є ефемерними, оскільки методи фінансово-інвестиційного аналізу мають ряд вихідних недоліків, що не дозволяють па їх підставі приймати рішення в умовах невизначеності з кінцевим результатом впровадження. Зміна програмного коду частини модулів ERP-системи під унікальні бізнес-процеси збільшує вартість впровадження, але, з іншого боку, якщо у підприємства немає можливості зміни своїх бізнес-процесів під типові, то без зміни ІТ-системи, реалізація цих бізнес-процесів неможливо. Як наслідок, незважаючи на очевидні переваги типізації бізнес-процесів при впровадженні ERP-системи, застосування даного підходу без належної аналітичної підготовки загрожує збільшенням ризиків невдалого впровадження і втрати компанією витрачених на використання ресурсів.

Додаткові складнощі, пов'язані з використанням методів фінансово-інвестиційного аналізу і оцінки вигод від впровадження, пов'язані з терміном реалізації бізнес-переваг від впровадження, які становлять не менше 2 років. Оцінити ефект від впровадження можна тільки після 3 років, коли вигоди від впровадження системи будуть досягнуті на постійній основі. Зарубіжні дослідження показують, що вигоди від впровадження можна оцінити тільки постфактум, після декількох років після впровадження ERP [24].

Якісна оцінка ефективності впровадження ERP-системи в компанії дозволяє не тільки оцінити, наскільки ефективно використання ERP, але і

може використовуватися як повноцінний інструмент управління проектом впровадження, на всіх етапах життєвого циклу проекту. Застосування проектного підходу дозволяє оцінити ефективність використання, як окремих функцій, так і всієї системи в цілому, в тому числі і на ранніх стадіях, а також контролювати відхилення реальних показників від планових.

2.3 Використання моделей нечіткої логіки у впровадженні ERP-системи на промисловому підприємстві

Дивною властивістю людського інтелекту є здатність приймати правильні рішення в обстановці неповної і асиметричною інформацією. Одну з найважливіших проблем науки сьогодні представляє побудова моделей наближених до міркувань людини і доступність їх використання в комп'ютерних системах в повсякденному житті.

Сучасні ІТ-рішення дозволяють вирішувати ряд завдань, пов'язаних з управлінням виробництвом і логістикою.

Багато компаній задаються питанням «чи є загальне ІТ-рішення?», Що підходить для всіх, оскільки практично кожна виробнича організація працює за своєю індивідуальною схемою. Звичайно, кожне підприємство має свої особливості, проте вони об'єднані процесним типом виробництва. Це означає, що необхідно при плануванні ланцюжків поставок і автоматизації управління враховувати ряд особливостей: безперервний характер основних технологічних процесів, наявність технологічно складних бізнес-процесів, присутність складних рецептур, наявність паралельних виробничих ланцюжків і робота ресурсами.

Також для будь-якої виробничої компанії актуальна задача планування. Виробити продукцію згідно з планом продажів неможливо без закупівлі потрібної кількості сировини.

У зв'язку з цим власники або менеджери малих харчових виробництв використовують недорогі і гнучкі ІТ рішення для управління та прийняття

мобільних завдань на своїх підприємствах. Здебільшого використовують додаткові модулі вже встановлених ERP (англ. Enterprise Resource Planning System - Система планування ресурсів підприємства) або беруть комп'ютерні програми для швидких розрахунків. Використання нечіткої логіки при бізнес рішеннях в обмежений час став доступний кожному менеджеру.

Нечітка логіка це узагальнення традиційної Аристотелевої логіки на випадок, коли істинність розглядається в якості лінгвістичної змінної, що приймає значення типу: "дуже істинно", "більш-менш істинно», «не дуже хибно" і так далі. Зазначені лінгвістичні значення представляються нечіткими множесвами.⁵

Лінгвістичної називається змінна, що приймає значення з безлічі слів або словосполучень деякого природного або штучного мови. Безліч допустимих значень лінгвістичної змінної називається терм-множиною. Завдання значення змінної словами, без використання чисел, для людини більш природно. Щодня ми приймаємо рішення на основі лінгвістичної інформації типу: "дуже висока температура"; "Тривала поїздка"; "швидка відповідь"; "красивий букет"; "Гармонійний смак" і т.п. Психологи встановили, що в людському мозку майже вся числова інформація вербально перекодується і зберігається у вигляді лінгвістичних термів. Поняття лінгвістичної змінної грає важливу роль в нечіткому логічному висновку і в прийнятті рішень на основі наближених міркувань. Формально, лінгвістична змінна визначається таким чином.

Лінгвістична змінна задається п'ятіркою (x, T, U, G, M) , де x - ім'я змінної; T - терм-множина, кожен елемент якого (терм) представляється як нечітка множина на універсальній множині U ; G - синтаксичні правила, часто у вигляді граматики, що породжують назву термів; M - семантичні правила, які визначають функції належності нечітких термів, породжених синтаксичними правилами G .

Особливе місце в нечіткій логіці займає лінгвістична змінна «істинність». У класичній логіці істинність може приймати тільки два

значення: істинно і хибно. У нечіткій логіці істинність «розмита». Нечітка істинність визначається аксіоматично, причому різні автори роблять це по-різному. Інтервал $[0, 1]$ використовується як універсальне безліч для завдання лінгвістичної змінної «істинність». Звичайна, чітка істинність може бути представлена нечіткими множинами-Сінглтон.

Найголовнішим поняттям систем, заснованих на нечіткій логіці, є поняття нечіткого (під) безлічі (Fuzzy set). Нехай A нечіткий інтервал від 5 до 8. Функція приналежності $A(u)$ - це функція, областю визначення якої є носій U , $u \in U$, а областю значень - одиничний інтервал $[0,1]$, в даному випадку $(5,8)$. Чим вище $A(u)$, тим вище оцінюється ступінь приналежності елемента носія u нечіткій множині A .

Дослідження невизначеності в економіці вигідні і причин до цього кілька:

Нечіткі множини ідеально описують суб'єктну активність

Нечіткі числа (різновид нечітких множин) ідеально підходять для планування чинників в часі, коли їх майбутня оцінка утруднена (розмита, не має достатніх імовірнісних підстав).

Можна в межах однієї моделі формалізувати як особливості економічного об'єкта, так і пізнавальні особливості пов'язаних з цим об'єктом суб'єктів менеджера і аналітика.

Можна повернути імовірнісний опису в свій науковий обіг, як імовірнісний розподілу з нечіткими параметрами

Ймовірності як інструмент моделювання фінансових процесів присутні в економічному аналізі вже порівняно давно (понад півстоліття тому). Однак нечіткі множини - інструмент для економічних досліджень досить незвичний і новий.

Якщо інструмент нечіткі множини розглядати на базі ERP:

Нечіткі системи засновані на правилах продукційного типу, проте в якості посилки і укладання в правилі використовуються лінгвістичні змінні,

що дозволяє уникнути обмежень, властивих класичним продукційним правил.

Нечітка система (НС) - це система, особливістю опису якої є: нечітка специфікація параметрів; нечіткий опис вхідних та вихідних змінних системи; нечіткий опис функціонування системи на основі продукційних «ЯКЩО ... ТО ...» правил.

Найважливішим класом нечітких систем є нечіткі системи управління (НСУ) Одним з найважливіших компонентів НСУ є база знань, яка представляє собою сукупність нечітких правил «ЯКЩО-ТО», що визначають взаємозв'язок між входами і виходами досліджуваної системи. Існують різні типи нечітких правил: лінгвістична, реляційна, модель Takagi-Sugeno.⁴⁰ Для багатьох додатків, пов'язаних з управлінням технологічними процесами, необхідно побудова моделі розглянутого процесу. Знання моделі дозволяє підібрати відповідний регулятор (модуль управління). Однак часто побудова коректної моделі являє собою важку проблему, що вимагає іноді введення різних спрощень. Застосування теорії нечітких множин для управління технологічними процесами не припускав знання моделей цих процесів. Слід тільки сформулювати правила поведінки у формі нечітких умовних суджень типу «ЯКЩО-ТО» (рис.).

Процес управління системою безпосередньо пов'язаний з вихідної змінної нечіткої системи управління, але результат нечіткого логічного висновку є нечітким, а фізична виконавчий пристрій не здатна сприйняти таку команду. Необхідні спеціальні математичні методи, що дозволяють переходити від нечітких значень величин до цілком певним.

В цілому весь процес нечіткого керування можна розбити на кілька стадій: фазифікації, розробка нечітких правил і дефазифікація.

На стадії фазифікації точні значення вхідних змінних перетворюються на значення лінгвістичних змінних за допомогою застосування деяких положень теорії нечітких множин, а саме - за допомогою певних функцій приналежності.

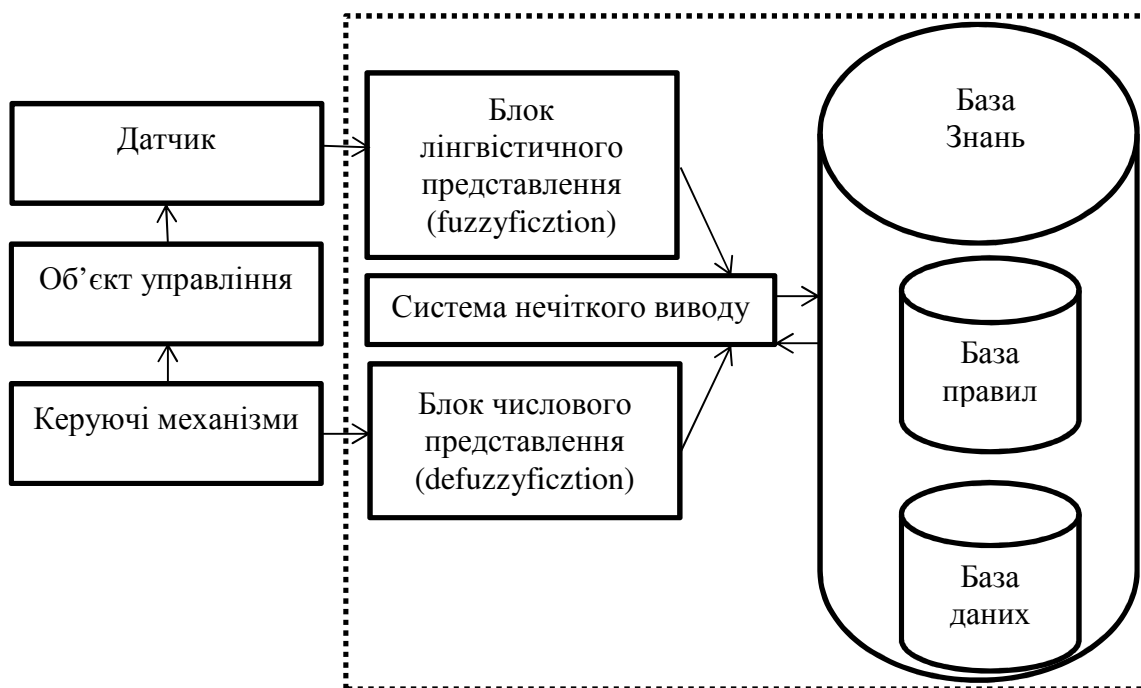


Рисунок 2.1 - Структура нечіткої системи управління

У нечіткої логіки значення будь-якої величини подаються не числами, а словами природної мови і називаються «термами». Так, значенням лінгвістичної змінної «Дистанція» є терми «Далеко», «Близько» і т. Д. Для реалізації лінгвістичної змінної необхідно визначити точні фізичні значення її термів. Припустимо змінна «Дистанція» може приймати будь-яке значення з діапазону від 0 до 60 метрів. Згідно з положеннями теорії нечітких множин, кожному значенню відстані з діапазону в 60 метрів може бути поставлено у відповідність деяке число, від нуля до одиниці, яке визначає ступінь приналежності даного фізичного значення відстані (припустимо, 10 метрів) до того чи іншого терму лінгвістичної змінної «Дистанція». Тоді віддалі в 50 метрів можна задати ступінь приналежності до терму «Далеко», рівну 0,85, а до терму «Близько» - 0,15. Переймаючись питанням, скільки всього термів в змінної необхідно для досить точного уявлення фізичної величини прийнято вважати, що досить 3-7 термів на кожну змінну для більшості додатків. Більшість застосувань цілком вичерпується використанням мінімальної кількості термів. Таке визначення містить два екстремальних значення

(мінімальне і максимальне) і середнє. Що стосується максимальної кількості термів, то воно не обмежена і залежить цілком від програми і необхідної точності опису системи. Число 7 ж обумовлено ємністю короткочасної пам'яті людини, в якій, за сучасними уявленнями, може зберігатися до семи одиниць інформації.

Нечітке правило логічного висновку є впорядкованою парою (A, B) , де A - нечітке підмножина простору вхідних значень X , а B - нечітке підмножина простору вихідних значень Y .

Нечіткі правила виведення утворюють базу правил. У нечіткої експертної системі всі правила працюють одночасно, причому ступінь їх впливу на вихід може бути різною. Процес обробки нечітких правил виводу в експертній системі складається з 4 етапів: 1. Обчислення ступеня істинності лівих частин правил (між "якщо" і "то") - визначення ступеня приналежності вхідних значень нечітким підмножини, зазначеним в лівій частині правил виведення.

2. Модифікація нечітких підмножин, зазначених в правій частині правил виведення (після "то"), відповідно до значень істинності, отриманими на першому етапі.

3. Об'єднання (суперпозиція) модифікованих підмножин.

4. скаляризації результату суперпозиції - перехід від нечітких підмножин до скалярним значенням.

Для визначення ступеня істинності лівій частині кожного правила нечітка експертна система обчислює значення функцій приналежності нечітких підмножин від відповідних значень вхідних змінних. До обчисленими значеннями істинності можуть застосовуватися логічні операції.

Виходи всіх правил обчислюються нечіткої експертної системою окремо. При цьому в правій частині деяких правил може бути зроблено для тої ж нечітка змінна. Для визначення узагальненого результату необхідно враховувати всі правила. З цією метою система виробляє суперпозицію

нечітких множин, пов'язаних з кожною з таких змінних. Ця операція називається нечітким об'єднанням правил виведення.

Дефазифікатор трансформує нечітку множина в повністю детерміноване точкове рішення y . Нечітке безліч представляє залежність $\mu(y) = \mu_{A \rightarrow B}(y)$ як функцію від вихідної змінної y . Перетворення цієї множини в єдине точкове рішення можливо багатьма способами. Найбільш відомі серед них:

дефазифікація щодо центру області:

$$y_c = \frac{\sum_i \mu(y_i) y_i}{\sum_i \mu(y_i)}, \quad (2.2)$$

дефазифікація щодо середнього центру:

$$y_c = \frac{\sum_{i=1}^M \mu(y_{ci}) y_{ci}}{\sum_{i=1}^M \mu(y_{ci})}, \quad (2.3)$$

де y_{ci} позначає центр i -го нечіткого правила, а $\mu(y_{ci})$ - значення функції приналежності, що відповідає цьому правилу;

дефазифікація щодо середнього максимуму:

$$y_c = \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{m}, \quad (2.4)$$

де m позначає кількість точок змінної y , в яких $\mu(y_{ci})$ досягає максимального значення. Якщо функція $\mu(y)$ має максимальне значення тільки в одній точці y_{max} , то $y_M = y_{max}$. Якщо $\mu(y)$ досягає своїх максимальних значень між y_t та y_p , то $y_M = (y_t + y_p)/2$;

дефазифікація в формі вибору мінімального з максимальних значень y :

y_s - найменше значення y , для якого $\{\mu(y) = \min\}$;

дефазифікація в формі вибору максимального з максимальних значень y :

y_s - найбільше значення y , для якого $\{\mu(y) = \max\}$.

На практиці найчастіше застосовується дефазифікація щодо середнього центру.

Деякі переваги fuzzy в порівнянні з іншими:

можливість оперувати нечіткими вхідними даними: наприклад, безперервно змінюються в часі значення (динамічні задачі), значення, які

неможливо задати однозначно (результати статистичних опитувань, рекламні компанії і т.д.);

можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння: оперування критеріями «більшість», «можливо», «переважно»;

можливість проведення якісних оцінок як вхідних даних, так і вихідних результатів: оперованих не тільки значеннями даних, але і їх ступенем достовірності і її розподілом;

можливість проведення швидкого моделювання складних динамічних систем і їх порівняльний аналіз із заданим ступенем точності: оперуючи принципами поведінки системи, описаними fuzzy-методами, по-перше, не витрачається багато часу на з'ясування точних значень змінних і складання описують рівнянь, по-друге, можна оцінити різні варіанти вихідних значень.

Аналіз нечітких методів прийняття рішень дозволяє сформулювати вимоги до подальших розробок у цій галузі. Це розвиток теоретичних підходів до опису складних взаємин між критеріями, більш широке застосування інтелектуальних методів на основі нечіткої логіки, а також розвиток комбінованих методів прийняття рішень з використанням нечітких уявлень.

Таким чином, впровадження нових інформаційних систем дозволяє автоматизувати не тільки бухгалтерський облік, а й навести порядок в складському обліку, в постачанні та реалізації продукції, товарів, відслідковувати договори, швидше розраховувати заробітну плату, своєчасно здавати звітність. Інформаційні системи та організації мають взаємний вплив один на одного. З одного боку ІС повинні приєднатися до організації, щоб забезпечити необхідною інформацією важливі групи усередині організації, і підвищити ефективність роботи самого підприємства. У той же час організація повинна усвідомлювати і відкривати себе впливам інформаційних систем, щоб отримати вигоду з нових технологій.

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ERP-СИСТЕМИ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

3.1 Модель оцінки впровадження ERP-системи на промислове підприємство на основі нечіткого моделювання

Оцінка впровадження ERP-системи визначається співвідношенням між результатом, отриманим від впровадження, і величиною затрат на проведення заходів за фіксований відрізок часу. Для оцінки залучається достатньо велика кількість показників.

Визначення змінних нечіткої моделі. Одже, для моделі нечіткої моделі будемо використовувати наступні показники, що є вхідними змінними моделі:

X1(зручність роботи з наявним комплексом ERP-системи):

При розрахунку цього показника використовується наступна формула:

$$X1 = \frac{Q_b}{Q}, \quad (3.1)$$

де Q_b це кількість замовників, що оцінили зручність роботи з наявним комплексом інформаційної системи на добре;

Q – загальна кількість замовників.

Визначимо питому вагу задоволених клієнтів від загальної кількості замовників, як відношення кількості вдоволених клієнтів до загальної кількості замовників. Відповідно, X1 буде знаходитися в межах від 0 до 1.

X2 (користь для компанії від впровадження ERP-системи), що визначається за формулою:

$$X2 = \frac{NP}{Sales}, \quad (3.2)$$

де NP – чистий прибуток промислового підприємства після впровадження ERP-системи;

$Sales$ – совокупна виручка підприємства.

Відповідно, $X2$ буде знаходитися в межах від 0 до 1.

$X3$ (ефективність у вигляді фактичного прибутку від застосування ПО)

Цей показник можна розрахувати на основі рентабельності інвестицій, що може дати повну картину як прибутків, так і інвестицій [48]. Показник рентабельності інвестицій пропонуємо розраховувати за такою формулою:

$$PI = \frac{D_{ERP} - B_{ERP}}{B_{ERP}}, \quad (3.3)$$

де D_{ERP} — дохід, отриманий від впровадження ERP-системи;

B_{ERP} — витрати на впровадження ERP-системи.

$X4$ (відповідність ERP-системи потребам користувача),

Тут орієнтуються не на внутрішні показники системи, а й на суб'єктивну думку замовників і клієнтів, а також на цілий комплекс інформаційних даних, пов'язаних з різними варіантами впровадження ІС. Тут оцінюється такий комплекс показників, як час, витрачений на налаштування системного продукту, отримані функціональні можливості проекту, середня кількість користувачів на 1 сервер, середнє і максимальне кількість транзакцій за 1 хвилину або 1 годину.

Тому цей показник будемо визначати як експертну оцінку яка буде знаходитися в межах від 0 до 1. Де 0 це повна не відповідність ERP-системи потребам промислового підприємства, а 1 це максимально вдоволення ERP-системою клієнтом.

Зручність роботи з наявним комплексом та користь для компанії від впровадження дозволять розрахувати ефективність впровадження ERP-

системи, а ефективність у вигляді фактичного прибутку від застосування ПО і відповідність ERP-системи потребам користувача дозволять визначити, як якісно впроваджується система, та рекомендації щодо використання ERP-системи.

Таким чином, визначення вхідних змінних нечіткої моделі завершено.

При визначенні вихідної змінної зауважимо, що оцінка впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві для більш комфортного прийняття особами, що будуть приймати рішення, необхідно представити у вигляді лінгвістичної змінної. За таких умов, за вихідну оберемо нечітку змінну «Рівень впровадження ERP-системи».

Введемо позначення:

$$LIERP(rp_t) = \left\{ (E_q, \mu_{E_q}), q = \overline{1,3} \right\}, \quad (3.5)$$

де $E_q \in T^{LIERP}$ — лінгвістичне значення змінної $LIERP$,

T^{LIERP} — терм-множина, $T^{LIERP} = \{H, C, B\}$, тобто низький, середній або високий рівень впровадження ERP-системи.

Таблиця 3.1 — Параметри функцій належності вхідних змінних

Вхідна змінна	Лінгвістичне значення показника	Максимальне значення змінної, що відповідає лінгвістичному значенню
X1	Низьке	0,06
	Середнє	0,11
	Високе	0,18
X2	Низьке	0,06
	Середнє	0,11
	Високе	0,15
X3	Низьке	1
	Середнє	5
	Високе	10
X4	Низьке	0,12
	Середнє	0,21
	Високе	0,28

Перейдемо до *процедури фазифікації*, за якою визначимо вхідні показники як нечіткі змінні.

Визначення лінгвістичних значень вхідних змінних. Для формування бази знань при побудові моделі на підґрунті нечіткої логіки скористаємося трьома термами для кожної змінної (табл. 3.2). Для оцінювання всіх показників сформуємо єдину шкалу з трьох якісних термів: Н — низький рівень показника, С — середній рівень показника, В — високий рівень показника

Побудова функцій належності змінних. У даній роботі визначення виду функцій належності для вхідних змінних здійснено на основі прямих та непрямих методів: на основі емпіричного аналізу та думки експертів. При виборі враховано, що трикутна функція належності дозволяє підкреслити досягнення максимального значення функції в одній точці змінної, а трапецієвидна функція — задавати ядро нечіткої множини у вигляді інтервалу. Обидві функції формуються з використанням кусково-лінійної апроксимації. До гладких функцій належності відносять квазідзвоноподібні функції належності, які аналітично представляються функцією:

$$\mu^T(X) = \frac{1}{1 + \left(\frac{X - b_T}{c_T}\right)^2}, \quad (3.6)$$

де X — значення показника,

c_T — коефіцієнт концентрації-розтягування функції,

b_T — координата максимуму функції ($\mu(b_T) = 1$),

T — лінгвістичний терм із множини $\{H, C, B\}$. Значення функцій належності термів H та B усіх змінних за межами своїх максимумів b_T дорівнюють, як і в точках максимуму, одиниці.

На основі експертних та емпіричних даних було обрано трапецієвидну функцію належності.

Побудова нечіткої моделі (рис.3.5) визначення ефективності маркетингових досліджень типу Мамдані. Для отримання значення лінгвістичної змінної *LIERP*, що опосередковано визначає фазу ринку нерухомості, застосуємо композиційне правило, запропоноване Л. Заде, яке формалізує нечіткий логічний висновок щодо різних значень показників [49].

Для його застосування розробимо базу знань за принципом алгоритму Мамдані (табл. 3.2). Виходячи з табл. 3.3, правило визначення високого рівня впровадження ERP-системи, можна сформулювати наступним чином:

Якщо (($X1 = \text{«Високе»}$) ТА ($X2 = \text{«Високе»}$) ТА ($X3 = \text{«Високе»}$) ТА ($X4 = \text{«Високе»}$)) АБО (($X1 = \text{«Високе»}$) ТА ($X2 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X3 = \text{«Високе»}$) ТА ($X4 = \text{«Високе»}$)) АБО (($X1 = \text{«Високе»}$) ТА ($X2 = \text{«Високе»}$) ТА ($X3 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X4 = \text{«Високе»}$)) АБО (($X1 = \text{«Високе»}$) ТА ($X2 = \text{«Високе»}$) ТА ($X3 = \text{«Високе»}$) ТА ($X4 = \text{«Середнє»}$)) АБО (($X1 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X2 = \text{«Високе»}$) ТА ($X3 = \text{«Високе»}$) ТА ($X4 = \text{«Високе»}$)), ТО (*LIERP* = «Високий»).

Правило визначення середнього рівня впровадження ERP-системи можна сформулювати наступним чином:

Якщо (($X1 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X2 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X3 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X4 = \text{«Низьке»}$)) АБО (($X1 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X2 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X3 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X4 = \text{«Середнє»}$)) АБО (($X1 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X2 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X3 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X4 = \text{«Середнє»}$)) АБО (($X1 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X2 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X3 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X4 = \text{«Середнє»}$)) АБО (($X1 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X2 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X3 = \text{«Середнє»}$) ТА ($X4 = \text{«Низьке»}$)) АБО (($X1 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X2 = \text{«Високе»}$) ТА ($X3 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X4 = \text{«Високе»}$)) АБО (($X1 = \text{«Високе»}$) ТА ($X2 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X3 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X4 = \text{«Високе»}$)) АБО (($X1 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X2 = \text{«Високе»}$) ТА ($X3 = \text{«Високе»}$) ТА ($X4 = \text{«Низьке»}$)) АБО (($X1 = \text{«Високе»}$) ТА ($X2 = \text{«Низьке»}$) ТА ($X3 = \text{«Високе»}$) ТА ($X4 = \text{«Низьке»}$)), ТО (*LIERP* = «Середній»).

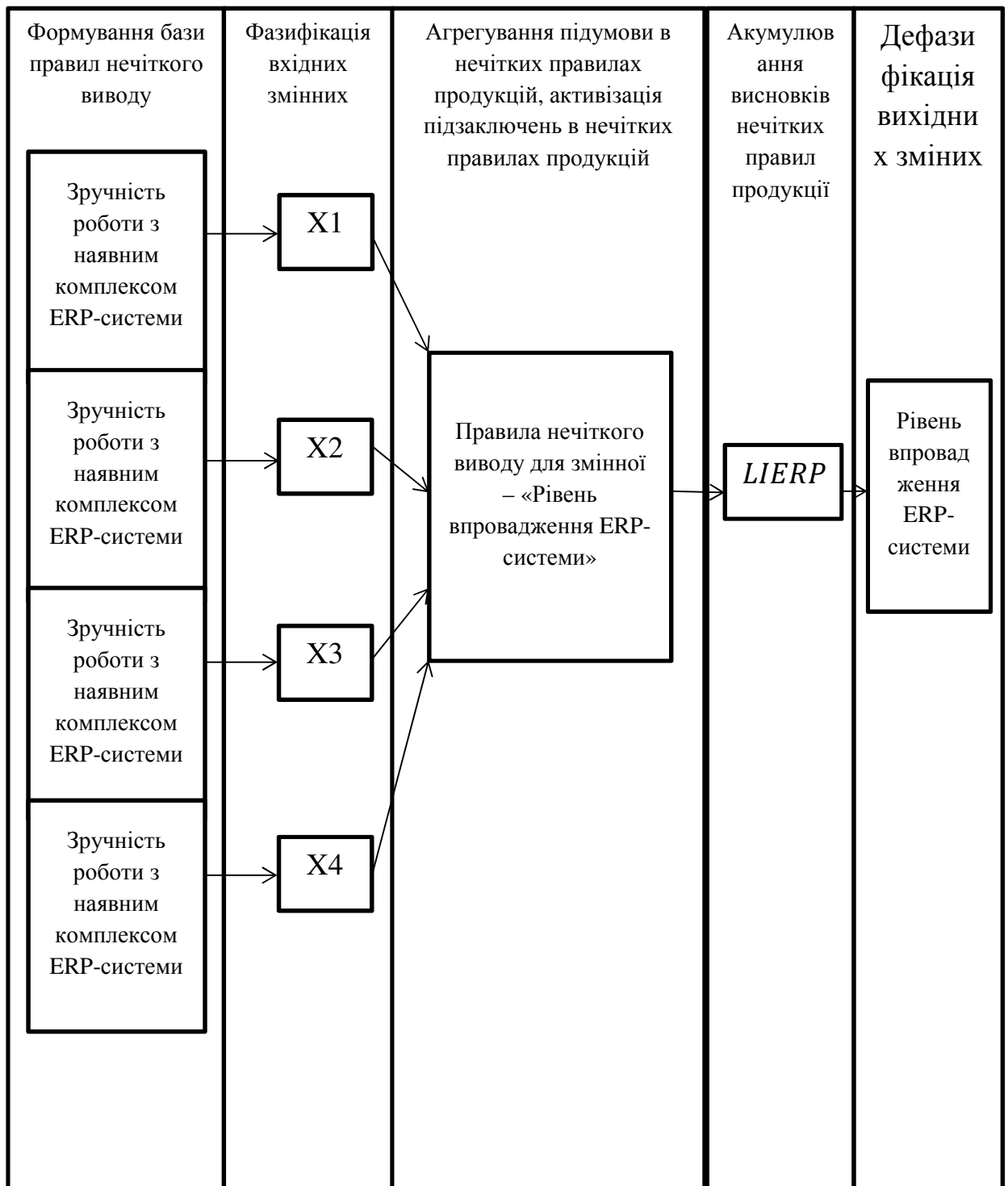


Рисунок 3.1 – Побудова нечіткої моделі оцінки впровадження ERP-системи на промислове підприємство

Таблиця 3.2 – Правила нечіткого виводу для змінної *LIERP* —« Рівень впровадження ERP-системи»

№	Лінгвістичні значення показників				Лінгвістичне значення змінної <i>LIERP</i> - «Рівень впровадження ERP-системи»
	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X3</i>	<i>X4</i>	
1	Високе	Високе	Високе	Високе	Високий
2	Низьке	Низьке	Низьке	Низьке	Низький
3	Середнє	Середнє	Середнє	Середнє	Середній
4	Високе	Середнє	Високе	Високе	Високий
5	Високе	Високе	Середнє	Високе	Високий
6	Високе	Високе	Високе	Середнє	Високий
7	Середнє	Високе	Високе	Високе	Високий
8	Середнє	Низьке	Середнє	Середнє	Середній
9	Середнє	Середнє	Низьке	Середнє	Середній
10	Середнє	Середнє	Середнє	Низьке	Середній
11	Низьке	Середнє	Середнє	Середнє	Середній
12	Середнє	Високе	Середнє	Середнє	Середній
13	Середнє	Середнє	Високе	Середнє	Середній
14	Середнє	Середнє	Середнє	Високе	Середній
15	Високе	Середнє	Середнє	Середнє	Середній
16	Низьке	Середнє	Низьке	Середнє	Низький
17	Середнє	Низьке	Середнє	Низьке	Низький
18	Низьке	Низьке	Середнє	Середнє	Низький
19	Середнє	Середнє	Низьке	Низьке	Низький
20	Низьке	Високе	Низьке	Високе	Середній
21	Високе	Низьке	Високе	Низьке	Середній
22	Низьке	Низьке	Високе	Високе	Середній
23	Високе	Високе	Низьке	Низьке	Середній
24	Низьке	Низьке	Низьке	Середнє	Низький
25	Низьке	Низьке	Середнє	Низьке	Низький
26	Низьке	Середнє	Низьке	Низьке	Низький
27	Середнє	Низьке	Низьке	Низьке	Низький

Правило визначення низького рівня ефективності маркетингових досліджень можна сформулювати наступним чином:

Якщо ((*X1* = «Низьке») ТА (*X2* = «Низьке») ТА (*X3* = «Низьке») ТА (*X4* = «Низьке»)) АБО ((*X1* = «Середнє») ТА (*X2* = «Низьке») ТА (*X3* = «Низьке») ТА (*X4* = «Низьке»)) АБО ((*X1* = «Низьке») ТА (*X2* = «Середнє») ТА (*X3* = «Низьке») ТА (*X4* = «Низьке»)) АБО ((*X1* = «Низьке») ТА (*X2* = «Низьке») ТА (*X3* = «Низьке») ТА (*X4* = «Середнє»)) АБО ((*X1* = «Низьке») ТА (*X2* = «Низьке») ТА (*X3* = «Середнє») ТА (*X4* = «Низьке»)), ТО (*LIERP* =

«Низький»).

Прийняття рішення. Прийняття рішення щодо визначення рівня впровадження ERP-системи відбувається за допомогою системи MATLAB, що розроблена і постійно оновлювана підприємством MathWorks Inc. (США), є однією з найбільш відомих систем комп'ютерної математики. До останніх прийнято відносити спеціалізовані комп'ютерні програми, які призначені для вирішення широкого класу задач, пов'язаних з тим чи іншим розділом теоретичної чи прикладної математики [50]. При цьому окремі класи завдань, які дозволяє вирішувати система MATLAB, мають досить умовне відношення до класичної математики, оскільки в даний час представляють собою вузько спеціалізовані галузі наукових і прикладних досліджень. Використання системи MATLAB і пов'язаних з нею методик моделювання і процедур виконання чисельних розрахунків стало стандартом *de facto* для найширшого кола фахівців із різних галузей науки, техніки, економіки та освіти. Містить спеціальні засоби нечіткого моделювання, система MATLAB дозволяє виконувати весь комплекс досліджень з розробки та застосування нечітких моделей. Саме з цих причин була обрана система MATLAB для розробки нового методу нечіткого управління на основі функцій належності кількох змінних.

Для розробки і подальшого застосування систем нечіткого виводу в інтерактивному режимі можуть бути використані наступні графічні засоби, що входять до складу пакету Fuzzy Logic Toolbox.

1. Редактор систем нечіткого висновку FIS (FIS Edition) або скорочено редактор FIS.

Редактор систем нечіткого висновку FIS є основним засобом, який використовується для створення або редагування систем нечіткого виводу в графічному режимі. Якщо функція *fuzzy* викликається без аргументів, то редактор FIS викликається для знову створюваної системи нечіткого висновку з ім'ям *Untitled* за замовчуванням. При цьому за замовчуванням також задається цілий ряд параметрів, таких як тип системи нечіткого виводу

(Мамдані), нечіткі логічні операції, методи імплікації, агрегування і дефаззифікації і деякі інші.

2. Редактор функцій належності системи нечіткого виводу (Membership Function Editor) або скорочено редактор функцій належності.

Редактор функції належності призначено завдання і редагування функцій приладдя окремих термів системи нечіткого виводу в графічному режимі.

3. Редактор правил системи нечіткого виводу (Rule Editor) або скорочено редактор правил.

Редактор правил системи нечіткого висновку, як випливає з його назви, призначений для завдання і редагування окремих правил системи нечіткого виводу в графічному режимі.

4. Програма перегляду правил системи нечіткого виводу (Rule Viewer) або скорочено переглядач правил виводу.

Головне призначення програми перегляду правил полягає у можливості візуалізувати результати нечіткого виводу і отримувати значення вихідних змінних залежно від вихідних значень вхідних змінних.

Програма перегляду правил не дозволяє редагувати правила і функції належності термів змінних і використовується після розробки системи нечіткого виведення на етапі її аналізу та оцінки. Функцію також доцільно використовувати в тому випадку, коли необхідно візуально представити весь процес нечіткого висновку від початку до кінця. При цьому користувач має віз потужність оцінити значення вихідних змінних нечіткої моделі і вплив кожного з правил на результат нечіткого висновку допомогою зміни значень вхідних змінних;

5. Програма перегляду поверхні системи нечіткого виводу (Surface Viewer) або скорочено переглядач поверхні виведення.

Програма перегляду поверхні системи нечіткого висновку дозволяє переглядати поверхню системи нечіткого виводу і візуалізувати графіки залежності вихідних змінних від окремих вхідних змінних.

Програма перегляду поверхні висновку не дозволяє вносити зміни в систему нечіткого виводу і відповідну їй структуру FIS. Використовуючи головне меню програми, користувач може вибрати вхідні змінні і відповідні їм горизонтальні осі системи координат (X і Y), а також вихідну змінну, якій відповідає вертикальна вісь системи координат (Z).

Крім цих графічних засобів до складу пакету Fuzzy Logic Toolbox також входять наступні спеціальні програми:

1. Редактор адаптивних систем нейро-нечіткого виводу (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Editor) або скорочено редактор гібридних мереж або редактор ANFIS.

Подальше налаштування параметрів побудованої і навченої гібридної мережі може бути виконана за допомогою розглянутих раніше стандартних графічних засобів пакету Fuzzy Logic Toolbox. Для цього рекомендується зберегти створену систему нечіткого виводу в зовнішньому файлі з розширенням `fis`, після чого слід завантажити цей файл в редактор систем нечіткого висновку FIS.

2. Програма нечіткої кластеризації методом нечітких середніх (fuzzy *z*-means clustering).

Таким чином, система MATLAB дозволяє вирішувати завдання нечіткої кластеризації двома способами: за допомогою функцій командного рядка і за допомогою графічного інтерфейсу кластеризації. Перший з них є більш трудомістким, але володіє більшою гнучкістю і можливістю відображення у вікні команд значень матриць центрів нечітких кластерів, функцій належності і цільової функції. Другий спосіб видається найбільш зручним для виконання деякої серії розрахунків для різних значень вхідних параметрів з метою візуального аналізу отриманих результатів.

Результат визначення функції належності для вхідних змінних із використанням прикладного програмного пакету Matlab представлено на рисунку 3.7 — 3.8.

Для вихідної змінної на основі ретроспективного аналізу ЧР та експертних оцінок було обрано функції належності трапецієвидного та трикутного виду. Область визначення вихідної змінної «Рівень впровадження ERP-системи» — інтервал $[0; 1]$.

Результат визначення нормальної функції належності для вихідної змінної «Рівень впровадження ERP-системи» представлено на рис. 3.9 у вигляді візуалізації, отриманої з використанням прикладного програмного пакету Matlab.

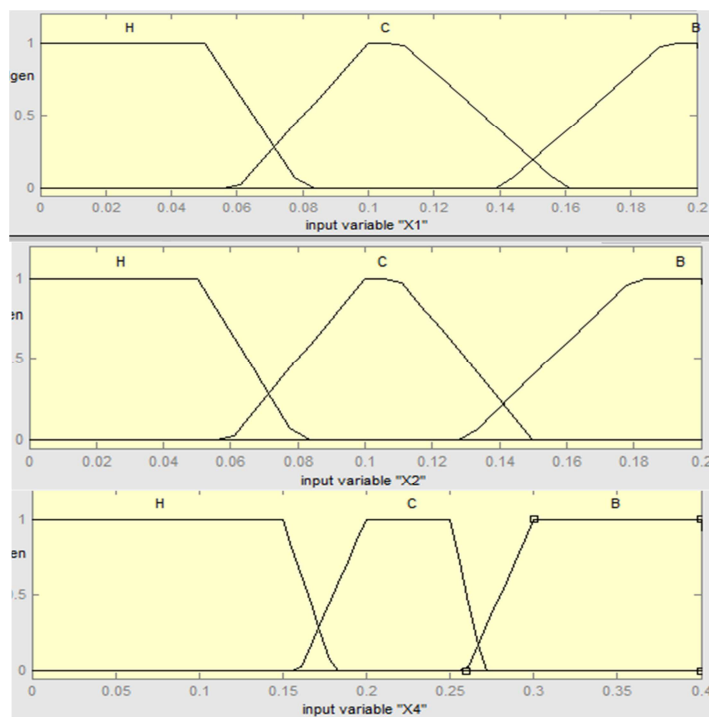


Рисунок 3.3 – Визначення функції належності для змінних $X1$, $X2$, $X4$

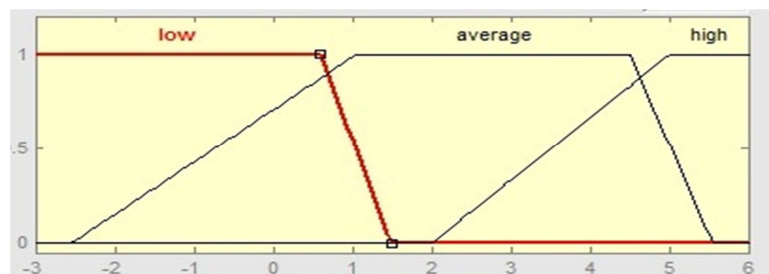


Рисунок 3.4 – Визначення функції належності для змінних $X3$

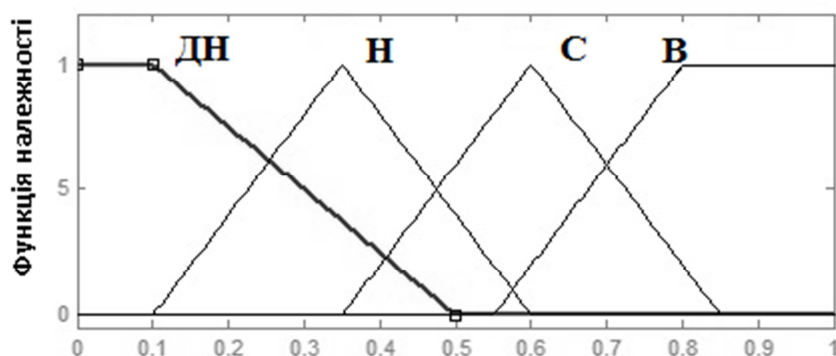


Рисунок 3.5 – Візуальне представлення функції належності вихідної змінної *LIERP* «Рівень впровадження ERP-системи»

Візуальне представлення поверхні значень лінгвістичної змінної «Рівень впровадження ERP-системи» подано на рис. 3.10.

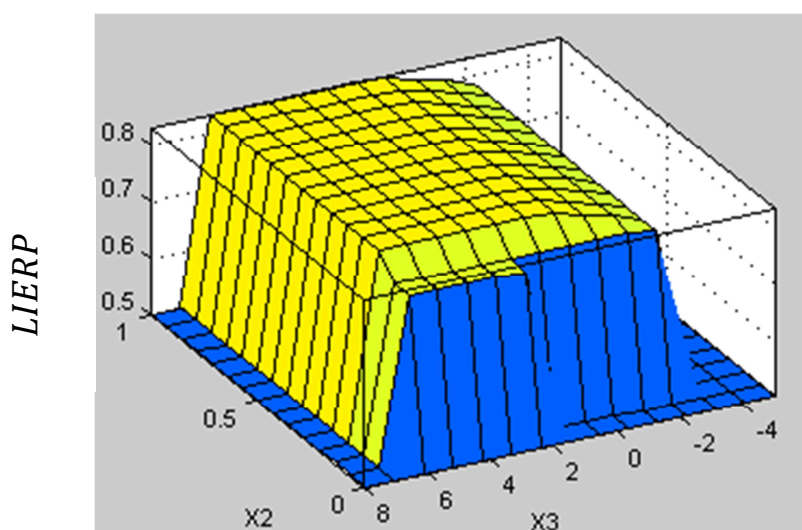


Рисунок 3.6 – Візуальне представлення поверхні значень лінгвістичної змінної «Рівень впровадження ERP-системи»

Розроблена модель дозволяє аналізувати Рівень впровадження ERP-системи, а отже, ефективність інформаційної системи взагалі, що удосконалює підтримку прийняття фінансових рішень пов'язаних з впровадженням ERP-систем [51-52].

В моделі деякі змінні символізують стан природи, тобто ми не можемо напряму впливати на них.

Однак, побудована модель дозволяє визначити потрібність збільшення (зменшення) інвестицій на впровадження ERP-системи (X3) та комерційної діяльності взагалі (X2). Це дозволяє досягти максимальної ефективності при налаштуванні та виборі ERP-системи.

На основі проведених досліджень та аналізу результатів нечіткої моделі зроблено наступні висновки для прийняття рішень та управління:

– при високому рівні впровадження ERP-системи поточні управлінські рішення підходять даному підприємству, не потребують значних модифікацій та удосконалень для подальшої роботи;

– при середньому рівні впровадження ERP-системи поточні управлінські рішення підходять даному підприємству, але потребують несуттєвих змін у внутрішній структурі чи зовнішньому поданні проекту впровадження ERP-системи;

– при низькому рівні впровадження ERP-системи поточні управлінські рішення щодо впровадження потребують значних модифікацій та удосконалень для подальшої роботи.

3.2 Метод впровадження ERP-системи на основі нечіткої моделі

Представлена в роботі модель використовується з метою вирішення двох ключових завдань, що стоять перед менеджментом компанії при прийнятті рішення про впровадження ERP-системи - це автоматизація ключових бізнес-процесів компанії і відповідність вирішених завдань стратегічним цілям і завданням компанії .

Процес прийняття рішення щодо впровадження здійснюється поетапно. У загальному вигляді виділяються наступні етапи впровадження ERP-системи на основі застосування нечіткої моделі:

1. На першому етапі розраховуються ключові показники X2 (користь для компанії від впровадження ERP-системи) та X3 (ефективність у

вигляді фактичного прибутку від застосування ПО) для роботи нечіткої моделі.

Критерії оцінки ERP-систем групуються в набори відповідно до функціональних блоками ERP-систем, що пов'язано з різною важливістю функціональних блоків при досягненні середньо- і довгострокових цілей компанії. Принципи визначення ступеня значимості критеріїв оцінки доцільності впровадження ERP-систем формалізуються щодо вихідного параметра нечіткої моделі Y .

2. На другому етапі на основі опису бізнес-процесів «як є» і «як повинно бути» експертна група, що включає в себе керівників напрямків діяльності компанії і технічних фахівців визначає завдання, які повинні бути вирішені за допомогою впровадження ERP-системи. Додатково експертна група визначає спектр завдань, що не описуються в бізнес-процесах компанії, але повинні бути вирішені при впровадженні ERP-системи. У кінці даного етапу відбувається визначення змінних X_1 (зручність роботи з наявним комплексом ERP-системи) та X_4 (відповідність ERP-системи потребам користувача).

3. На третьому етапі на основі нечіткої моделі розраховується змінна $LIERP$ «Рівень впровадження ERP-системи» та аналізуються обмеження на впровадження. Рекомендується встановити наступне обмеження, якщо $LIERP \geq t_k$ тоді приймається рішення щодо впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві. Якщо $LIERP < t_k$ тоді переход до 4 етапу. (для першої перевірки рекомендується $t_{k0} = 0,8$, адже при значенні 0,8 та більше $LIERP$ набуває належності до високого терму.

4. На третьому етапі відбувається аналіз отриманого результату по нечіткої моделі та можливості зниження жорсткості критерія. Якщо власниками підприємства приймається рішення про доробку проекту впровадження або про доцільність зменшення t_k тоді повертаємось на

перший етап. Якщо значення змінної $LIERP$ було наднизьке відбувається відмова від впровадження ERP-системи.

Формування моделі прийняття рішення про впровадження ERP-системи розглядається на прикладі функціонального блоку «Управління проектами».

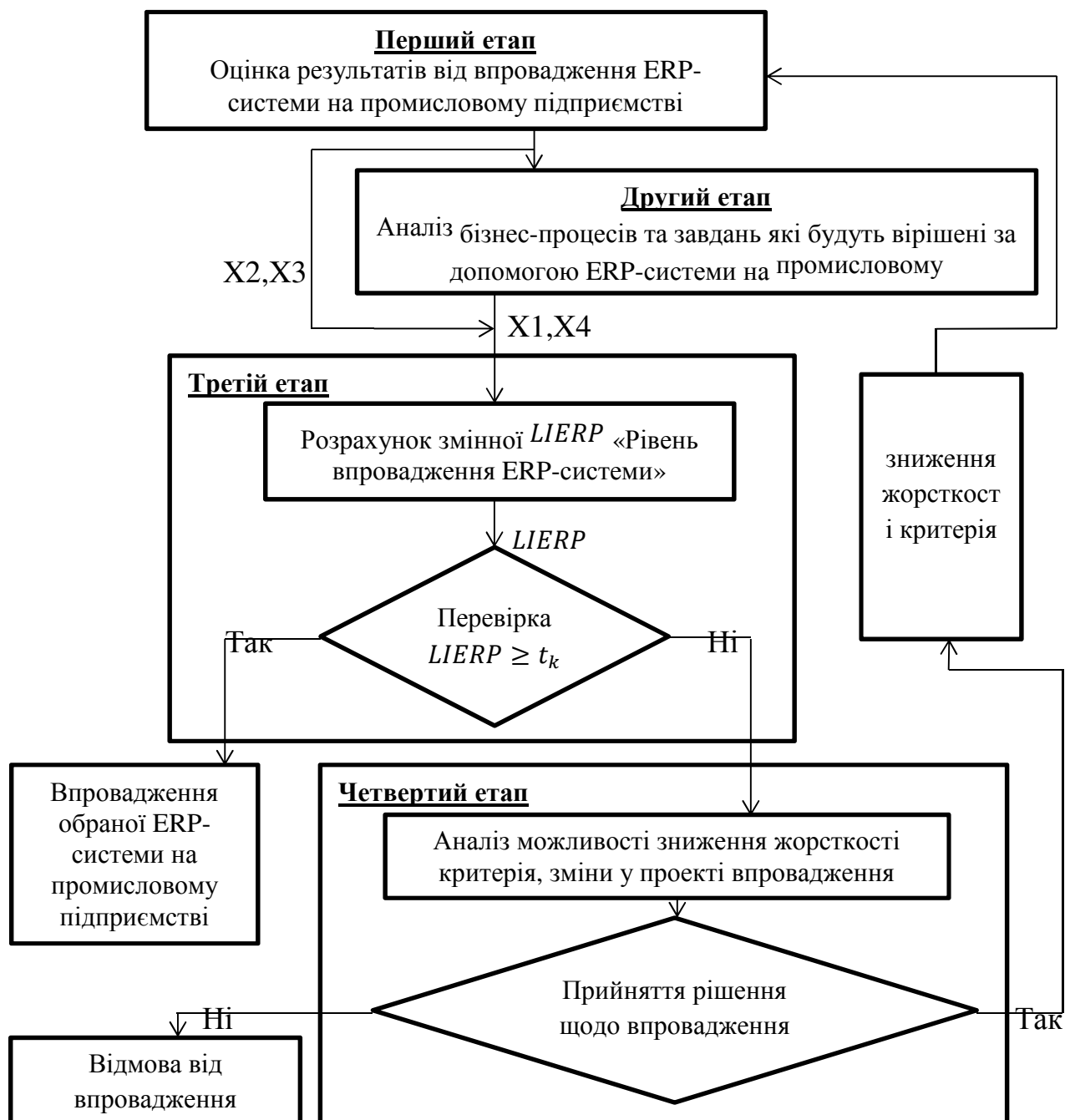


Рисунок 3.7 – Метод впровадження ERP-системи, який найкращим чином задовольняє потребам підприємства

Розроблений метод впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві дозволяє покращити процес прийняття рішень при розробці проекту впровадження та при виборі самої інформаційної системи.

3.3 Розробка рекомендацій по методу впровадження ERP-систем на промисловому підприємстві

Рекомендації по попередньою оцінкою проекту:

1. При проведенні оцінки економічної ефективності від впровадження ERP-систем рекомендується не припускати скорочення трудовитрат на ведення бізнес-процесів в компанії, а також скорочення чисельності співробітників. Конкретні приклади впровадження ERP-системи показують, що для супроводу даного процесу необхідно ввести додаткової чисельності працівників, як для цілей навчання і підтримки користувачів, так і з метою подальшої роботи в системі. Скорочення трудовитрат можливо в тому випадку, якщо в ERP переводяться вхідні і вихідні форми, повністю ідентичні тим, що використовувалися раніше, поза системою. Якщо передбачається розробка нових форм, звітів і введення нових даних, з якими раніше, поза системою, робота не проводилася - то це неминуче призведе до збільшення трудовитрат в компанії. Більш того, введення додаткової чисельності персоналу при впровадженні ERP-системи є одним з факторів, що сприяють успішній реалізації проекту в цілому.

2. При оцінці тривалості впровадження проекту (навіть якщо це тиражування проектного рішення) не слід закладати на впровадження період часу менший, ніж рекомендовано аналогічними проектами, або генеральним підрядником. Більш того, необхідно бути готовим до збільшення термінів впровадження, в зв'язку з чим, не варто прив'язувати його завершення до будь-якої критичної для компанії датою. Період міграції даних і введення системи в експлуатацію (з тестової версії в продуктивне середовище) необхідно планувати на час найменшого обороту фінансово-господарської

діяльності. У більшості випадків, найбільш сприятливий період - з березня по серпень.

Рекомендації по підготовчій стадії впровадження:

1. При виборі з двох підходів до впровадження ERP-систем методом «Великого вибуху» і фазовим методом - необхідно враховувати ступінь інтеграції процесу відвантаження товарів (надання послуг) контрагентам в майбутню ERP. Якщо процеси збуту інтегруються в ERP в значній мірі, і є ймовірність, що при збої системи компанія може зазнати збитків, пов'язані, наприклад, з несвоєчасною поставкою продукції - слід дотримуватися найменш ризикового, фазового методу. Якщо взаємодія з клієнтами слабо інтегровано в ERP і не носить короткочасно-періодичний характер, то впровадження методом «Великого вибуху» не несе в собі значного ризику зовнішніх витрат.

2. При обох методах впровадження важливо передбачити тривалу фазу повного тестування всього функціоналу ERP-системи. Вкрай бажано, щоб тестування проходило не на реальних фінансово-господарських операціях, а на віртуальних відділах, матеріалах, договорах та інше. Чим більше різних варіацій бізнес-процесів буде протестовано, тим менше доробок буде необхідно вносити в систему для її нормального функціонування в подальшому.

3. Вкрай важливо передбачити максимально повне навчання співробітників роботі в системі. Необхідно поставитися до цього також серйозно, як, наприклад, до курсів підготовки робочого персоналу за фахом. В остаточному підсумку, ERP-система є єдиним інструментом, з яким буде працювати офісний клерк у великій компанії, що за значимістю є аналогією верстатного обладнання для заводського робітника. Від того, наскільки грамотно співробітник компанії буде звертатися з ERP-системою, залежить якість планування, обліку і виконання, наприклад, бюджету організації, що за значимістю значно перевищує інші бізнес-процеси. В даному питанні рекомендується використання всіх сучасних підходів до навчання. Значно

підвищити ефективність навчання допоможуть: гнучкий набір курсів (базовий, розширений, модулі по функціоналу, які можна вибрати за бажанням), відео навчання, мультимедійні та інтерактивні навчальні програми.

4. Незважаючи на те, що грамотне використання ERP-системи об'єктивно дає переваги в швидкості і точності проведення щоденних рутинних операцій, співробітники підприємства суб'єктивно можуть не відчувати даних змін. Більш того, потрібно бути готовим до негативного сприйняття впровадження ERP-системи і приймати контрзаходи. Для збереження здорового клімату в колективі необхідно проводити роз'яснювальну роботу, прикладом показуючи зростання ефективності виконання операцій. Це підвищить мотивацію співробітників до використання ERP і вплине на продуктивність їх роботи.

Рекомендації по функціям ERP-системи:

1. Практика впровадження і використання ERP-систем показує, що більшість з них (з огляду на їх гнучкості і можливості настройки під будь-яке виробництво) мають надмірну функціоналом. В кінцевому підсумку це відбивається на складності інтерфейсу системи, її екранних форм. Це один з головних чинників, який знижує ефективність впровадження ERP на підприємстві. Для зниження ризиків, рекомендується опрацювання екранних форм на предмет зручності використання, виключення всіх екранних елементів, не задіяних у виконанні необхідних операцій (зайві поля, кнопки, рядки, меню та інше). Значно полегшити роботу співробітників в системі могли б підказки до заповнення, або вказівку порядку заповнення полів і форм.

2. При впровадженні ERP-системи в одній з широким досвідом компанії, необхідно відразу враховувати вимоги щодо виключення дублювання роботи поза системою і в системі. Характерним є приклад, при якому звітність (наприклад, за наявністю залишків на складах) в ERP-системі формується по одній формі, в той час як регламентних вимог для звіту в

головну компанію потрібна інша форма. Такі протиріччя в реальності призводять до додаткових трудовитрат співробітників підприємства. Рекомендується на етапі реалізації функціоналу системи відразу приводити звітні форми у відповідність з діючими регламентними вимогами в організації, і строго дотримуватися цього правила, особливо у великій організації з великою кількістю філій.

3. Функціонал ERP-системи необхідно обговорювати максимально широким колом осіб. Навіть в разі, якщо рішення в остаточному підсумку приймається топ-менеджментом компанії, думка пересічних співробітником також може бути прийнято до уваги, хоча б в ознайомчому порядку. Більш того, просте попереднє ознайомлення співробітників з функціями майбутньої системи допоможе підготувати персонал до навчання подальшій роботі.

Рекомендації щодо змін всередині компанії:

1. Впровадження ERP-системи на підприємстві має на увазі значні грошові витрати, більша частина з яких - це оплата послуг підприємств-підрядників. Як правило, це компанії, в область компетенцій яких входить знання напрямків ІТ і економіки підприємства. Такі компанії рідко розмовляють мовою бізнесу і розуміють специфіку конкретного виробництва. В таких умовах значно підвищуються ризики по невдалому впровадження проекту. З метою мінімізації даного фактора, рекомендується створювати в компанії окремий структурний підрозділ, відповідальний за взаємодію з підрядними організаціями, які впроваджують ERP. Співробітники такого підрозділу повинні володіти як термінологією ERP, так і специфікою виробництва. Такий підхід дозволить заощадити як час на навчання рядових співробітників підприємства особливостям ERP систем, так і знизить ризики впровадження та оплати надлишкового функціоналу.

2. У разі якщо впроваджується нетипове ERP-рішення, і необхідна первісна настройка системи, додаткову чисельність співробітників рекомендується також передбачати в структурних підрозділах, які є ключовими при роботі в ERP. Конструювання бізнес-процесів в ERP-системі

- це вкрай важливе завдання, від якості виконання якої залежить якість ведення бізнесу після впровадження. На виконання даного завдання потрібні додаткові затрати праці, нехтувати якими не слід.

3. При впровадженні ERP-системи в організації, в якій діє велика кількість регламентних вимог (нормативних документів, локальних нормативних актів), відповідно до яких історично організована ефективна робота всіх структурних рівнів, не рекомендується зміна таких вимог на користь зменшення обсягу настройки ERP- системи. Такі зміни призведуть до того, що інші організації (філії) великої компанії, в якій відсутній ERP-система, не зможуть ефективно функціонувати в ситуації, що склалася. В такому випадку, рекомендується або максимально повне налаштування ERP у відповідності з усіма регламентними вимогами, або, в разі неможливості відповідності всім вимогам - скорочення функціоналу ERP-системи і продовження роботи по частині процесів поза системою.

ВИСНОВКИ

Питання дослідження моделювання впровадження ERP-систем, досягає особливої актуальності в сучасних умовах діджиталізації. Застосування ERP-систем для промислових підприємств створює умови для стрімкого розвитку бізнесу і економіки в цілому.

Було виділено наступні вимоги до впровадження ERP-систем:

- підготувати контрольні і тестові приклади роботи впроваджуваного програмного забезпечення на основі даних, наданих клієнтом;
- представити докладний опис проекту впровадження (вартість, зміст і терміни виконання етапів, докладний опис передбачуваних результатів);
- навчати фахівців підприємства роботі з впроваджуваної системою вже на етапі впровадження;
- брати участь в складанні першого після впровадження системи балансу підприємства і необхідних звітних форм.

У даній роботі детально досліджено поняття, види та структуру ERP-систем. Проведено наукові дослідження сутності поняття та принципів проектування інформаційних систем. Проаналізовано особливості моделей та оцінки економічної ефективності впровадження ERP-систем.

Були наведені класифікація ERP-систем та видів структурного наповнення та проаналізовано їх взаємозв'язок. Висвітлено основні вимоги до впровадження ERP-систем та параметри, що їх визначають.

Було проаналізовано моделі та методи впровадження ERP-систем на промисловому підприємстві. Також проведено аналіз існуючих метрик оцінювання, ефективності впровадження ERP-систем. Проведено аналіз застосування нечіткої логіки для моделювання ERP-систем.

Розроблена нечітка модель оцінки рівня впровадження ERP-систем на промисловому підприємстві, яка використовує ключові показники

інформаційних систем. На основі моделі можна покращити аналіз ресурсів при впровадженні ERP-систем, що покращить якість управлінських рішень щодо інтегрування ERP-систем на підприємстві.

Удосконалено метод впровадження ERP-систем на промисловому підприємстві, на основі розробленої нечіткої моделі. За методом для проекту впровадження необхідно провести ряд заходів, які підвищать статус впровадження і сформує лояльність користувачів ERP-систем до нього.

Отримані результати можуть бути використано при впровадженні ERP-систем, для покращення оцінки впровадження, що дозволить збільшити якість налаштування системи та знизити ризики невдачі проекту.

ПЕРЕЛІК ДжЕРЕЛ ПОСІЛАНЬ

1. Шаповал В. Л. Фактори успіху впровадження ERP-систем. *Сучасний захист інформації*. 2014. №3. С. 120.
2. Охріменко В. М. Інформаційні системи і технології на підприємствах : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2006. 185 с.
3. Шаповал О. Ф. Сучасні корпоративні технології управління підприємством. *Національний університет харчових технологій*. 2014. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/>.
4. Computerworld. URL: <https://www.osp.ru/cw/1996/41/14979/> (дата звернення: 03.12.2020).
5. Група компаній ПМСОФТ. URL: <http://www.pmssoft.ru/news/articles-and-publications/copyfrom1552/> (дата звернення: 03.12.2020).
6. Центр управління фінансами. URL: <http://center-yf.ru/data/Menedzheru/korporativnoe-upravlenie-proektami.php> (дата звернення: 03.12.2020).
7. Технология Rational Unified Process (IBM Rational Software). URL: asu.ugatu.ac.ru/_modules/_library/?action=get&id=725 (дата звернення: 03.12.2020).
8. Баранов В. В. Информационные технологии и управление предприятием. URL: <https://econ.wikireading.ru/44167>.
9. Зуев М. Управление проектами: технологии и инструменты. *Журнал "Connect! Мир связи"*. 2013. №5. URL: <https://econ.wikireading.ru/44167>.
10. Трофимов В. В., Иванова Т. М., Иванов В. И. Управление проектами з MS Project : навч. посіб. Санкт-Петербург, 2007. 26 с.
11. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. Москва : Мир, 1976. 165 с.

12. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. Москва : Знание, 1974. с.30-36.
13. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной. Москва : Мир, 1980. С.152
14. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Киев: Издательская группа ВНУ, 2004. 847 с.
15. Hanafizadeh P., Ravasan Ah. Z. Life after ERP implementation. *International Journal of Enterprise Information Systems*. 2011. No 7(4). P. 23-63.
16. Карминский А.М., Черников Б.В. Информационные системы в экономике : навч. посіб. Москва : Финансы и статистика, 2006. 336 с.
17. Катулев А.Н., Северцев Н.А. Математические методы в системах поддержки принятия решений. Москва : Высшая школа, 2005. 314 с.
18. Кэмп Р.С. Легальный промышленный шпионаж. Бенчмаркинг бизнес-процессов: технологии поиска и внедрение лучших методов работы ваших конкурентов. Москва : Баланс-клуб, 2014. 416 с.
19. Лапыгин Ю.Н. Стратегический менеджмент: навч. посіб. Москва, 2009. 207 с.
20. Інформаційні системи і технології в управлінні зовнішньоекономічною діяльністю : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2014. 256 с.
21. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ КАФЕДРЫ АСОИУ. URL: <http://www.4stud.info/ppp/lecture14.html> (дата звернення: 03.12.2020).
22. Незалежний ERP-портал. URL: <http://www.erp-online.ru/erp/introduction/> (дата звернення: 03.12.2020).
23. Автоматизовані системи управління. URL: <http://baumanki.net/lectures/1-avtomatizaciya/26-avtomatizirovannyye-sistemy-upravleniya/> (дата звернення: 03.12.2020).
24. Григорьев М. Н., Уваров С. А. Логистика : курс лекций. Москва : Издательство Юрайт, 2014. 207 с.

25. Бітрікс 24. URL: <https://www.bitrix24.ua/features/crm.php> (дата звернення: 03.12.2020).
26. SITIS [Електронний ресурс]. 2016. URL: http://www.sitis.com.ua/about/articles/chto_takoe_crm_sistemy_i_dlya_chego_oni_nuzhny/ (дата звернення: 03.12.2020).
27. habr. 2015. URL: <https://crm-systems.info/struktura-crm-sistemy/> (дата звернення: 03.12.2020).
28. Інформаційні системи в менеджменті [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <http://ism.flybb.ru/topic198.html> (дата звернення: 03.12.2020).
29. The university of Scranton. URL: <https://elearning.scranton.edu/resource/business-leadership/the-role-of-information-systems-in-increasing-productivity> (дата звернення: 03.12.2020).
30. Огляд ринку корпоративних інформаційних систем. URL: http://studopedia.com.ua/1_132983_oglyad-rinku-kIs.html (дата звернення: 03.12.2020).
31. Татарчук М. Корпоративні інформаційні системи: навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2005. 291 с.
32. Різніченко Л. В., Ткаченко Н. В. Досвід упровадження корпоративних інформаційних систем управління на вітчизняних підприємствах. *Кременчуг державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського*. С. 184–189.
33. ТОВ «Завод Євроформат» [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://euroformat.com/>
34. Україна сьогодні. Каталог провідних підприємств України. URL: <http://www.rada.com.ua/ukr/catalog/37686/> (дата звернення: 03.12.2020).
35. Front news international. URL: <https://frontnews.eu/news/ru/1376> (дата звернення: 03.12.2020).

36. Бачевський Б. Є., Заблодська І. В., Решетняк О. О. Б 32 Потенціал і розвиток підприємства : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 400 с.
37. Луговець В. В., Гальчинський Л. Ю. Оцінка сукупної вартості володіння операційними системами в органах державної влади. URL: <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/108706/103654> (дата звернення: 03.12.2020).
38. Тюріна Н. М., Параконний В. Т. Оцінка вартості та ефективності використання інформаційних систем управління на промислових підприємствах. URL: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/3174/1/2006.pdf> (дата звернення: 03.12.2020).
39. Easycode. URL: <http://easy-code.com.ua/2014/02/crm-i-roi-vibirayemo-i-rozraховуємо/> (дата звернення: 03.12.2020).
40. Методика розробки комплексних програм[Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <http://bitrixref.underref.ru/001299435.html> (дата звернення: 03.12.2020).
41. Модель аналізу вигід і витрат. URL: http://studopedia.com.ua/1_43130_etapi-analizu-vigid-i-vitrat.html (дата звернення: 03.12.2020).
42. Inetti. URL: <https://inneti.com.ua/2012/01/vprovadzhennya-sap-erp-system/> (дата звернення: 03.12.2020).
43. Основи інформаційних систем і технологій. URL: <https://studopedia.info/1-112711.html> (дата звернення: 03.12.2020).