

Замрій І.В., Вишнівський В.В.

Державний університет телекомунікацій, Київ

СТРУКТУРА ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ПІДПРИЄМСТВА З КРИТИЧНОЮ ІНФРАСТРУКТУРОЮ

Анотація: *Методика створення єдиного інформаційного простору підприємства з критичною інфраструктурою для інтегрованих автоматизованих систем управління підприємством ґрунтується на системному підході, який включає формалізований опис множини виробничих та бізнес процесів; матеріальних ресурсів та об'єктів, що задіяні в оперативному управлінні виробництвом і його конструкторській та технологічній підготовці. В даному просторі забезпечуються умови для вироблення, розподілу, передачі, обробки, зберігання та використання інформації за всіма необхідними напрямками її функціонального призначення при забезпеченні дуже високих ступенів надійності та достовірності; реінжиніринг бізнес-процесів оперативного управління; перехід від функціонально-орієнтованої до процесної організації управління підприємством; управління бізнес-процесами оперативного планування; опис, візуалізація та стандартизація електронної структури виробу; технічна підготовка виробництва з використанням електронної структури виробу.*

Впровадження єдиного інформаційного простору дозволяє забезпечити низку переваг при вирішенні питань безпеки та функціонування підприємства, в процесах прийняття управлінських рішень, при виявленні та мінімізації ризиків підприємства. Запропонована структура єдиного інформаційного простору підприємства розроблена відповідно до концепції CALS і забезпечує інтеграцію програмно-апаратних комплексів за допомогою джерел і приймачів даних, які є програмними продуктами різного призначення.

У роботі досліджуються умови організації підприємства з критичною інфраструктурою та його інформаційного простору, а також структура єдиного інформаційного простору підприємства з критичною інфраструктурою з набором баз даних на основі об'єктно-орієнтованої моделі.

Ключові слова: *єдиний інформаційний простір, індивідуальна стратегія управління, інтегровані автоматизовані системи управління підприємством, технічний процес, набір баз даних.*

Zamrii I.V., Vyshnivskiy V.V.

State University of Telecommunications, Kyiv

STRUCTURE OF THE SHARED DATA ENVIRONMENT OF THE ENTERPRISE WITH CRITICAL INFRASTRUCTURE

Abstract: *The method of creating a shared data environment of the enterprise with a critical infrastructure for integrated automated enterprise management systems is based on a systems approach, which includes a formalized description of many production and business processes; material resources and facilities involved in the operational management of production and its design and technological training. This space provides conditions for the production, distribution, transmission, processing, storage and use of information in all necessary areas of its functional purpose while ensuring very high degrees of reliability and reliability; reengineering of business processes of operational management; transition from function-oriented to process organization of enterprise management; business process management of operational planning; description, visualization and standardization of the electronic structure of the product; technical preparation of production using the electronic structure of the product.*

The introduction of a single information space allows to provide a number of advantages in addressing security and operation of the enterprise, in management decision-making processes, in identifying and minimizing enterprise risks. The proposed structure of a single information space of the enterprise is developed in accordance with the concept of CALS and provides integration of software and hardware systems using data sources and receivers, which are software products for various purposes.

The paper investigates the conditions of organization of an enterprise with critical infrastructure and its information space, as well as the structure of a shared data environment of an enterprise with critical infrastructure with a set of databases based on an object-oriented model.

Keywords: *shared data environment, individual management strategy, integrated automated enterprise management systems, technical process, set of databases.*

Замрий І.В., Вишневський В.В.

Государственный университет телекоммуникаций, Киев

СТРУКТУРА ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ С КРИТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

Аннотация: *Методика создания единого информационного пространства предприятия с критической инфраструктурой для интегрированных автоматизированных систем управления предприятием основывается на системном подходе, включающем формализованное описание множества производственных и бизнес процессов; материальных ресурсов и объектов, задействованных в оперативном управлении производством и его конструкторской и технологической подготовке. В данном пространстве обеспечиваются условия для выработки, распределения, передачи, обработки, хранения и использования информации по всем необходимым направлениям ее функционального назначения при обеспечении высоких степеней надежности и достоверности; реинжиниринг бизнес-процессов оперативного управления; переход от функционально-ориентированной к процессной организации управления предприятием; управление бизнес-процессами оперативного планирования; описание, визуализация и стандартизация электронной структуры изделия; техническая подготовка производства с использованием электронной структуры изделия.*

Внедрение единого информационного пространства позволяет обеспечить ряд преимуществ при решении безопасности и функционирования предприятия, в процессах принятия управленческих решений, при выявлении и минимизации рисков предприятия. Предложенная структура единого информационного пространства предприятия разработана в соответствии с концепцией CALS и обеспечивает интеграцию программно-аппаратных комплексов с помощью источников и приемников данных, являющихся программными продуктами разного назначения.

В работе исследуются условия организации предприятия с критической инфраструктурой и информационного пространства, а также структура единого информационного пространства предприятия с критической инфраструктурой с набором баз данных на основе объектно-ориентированной модели.

Ключевые слова: *единое информационное пространство, индивидуальная стратегия управления, встроенные автоматизированные системы управления предприятием, технический процесс, набор баз данных.*

1. Вступ

Однією з найважливіших характеристик, якою повинна володіти організація в надзвичайно динамічному середовищі, є її готовність до змін, у тому числі змін у зовнішніх умовах. Постійно мінливе середовище вимагає від учасників підприємства не тільки бути готовим до змін, а й швидко реагувати на них. Зі стрімким розвитком технологій необхідно отримувати від них користь, активно впроваджуючи їх у діяльність компаній, оскільки технологічні інновації мають глибокий вплив на підприємства та їх діяльність. Особливо актуальним є впровадження інформаційних технологій з високим ступенем автономності у виробничі підприємства з критичною інфраструктурою, які функціонують в умовах впливу екстремальних факторів.

Робота у просторово-розподілених виробничих системах та створення єдиного інформаційного простору підприємства є одним з провідних напрямків розвитку промислового підприємства. Основу для цього становлять вільні виробничі ресурси доступні для інформаційної взаємодії, складні швидкодіючі інформаційні взаємодії в синхронному та асинхронному режимах та здатність обробляти великий обсяг інформації. Реалізація інформаційних взаємодій на основі розподіленого єдиного інформаційного простору

здійснюється за допомогою створення деякої реальної або віртуальної інтегрованої інформаційної системи, що функціонує в системі людини – машина.

Для створення інформаційних взаємодій загального та спеціалізованого типів необхідна наявність локальних, корпоративних, регіональних, національних та глобальних комп'ютерних мереж для забезпечення можливості обміну інформацією в гетерогенних середовищах, побудованих на програмно-технічній базі різного роду. Таким чином необхідно проаналізувати великий обсяг інформації про структуру мережевих комунікацій, стандартні протоколи обміну, характеристики та методи організації баз даних та баз знань, склад лінгвістичного, математичного, методичного та організаційного забезпечення для прийняття оптимізаційних проектних рішень і побудови єдиного інформаційного простору та інтегрованої інформаційної системи.

Для забезпечення вільного інформаційного обміну під час створення та функціонування виробничого центру або в цілому технічного підприємства з критичною інфраструктурою з використанням інтегрованої інформаційної системи всі умови створюються за допомогою єдиного інформаційного простору. Таким чином, останній має створювати умови для вироблення, розподілу, передачі, обробки, зберігання та використання інформації за всіма необхідними напрямками її функціонального призначення при забезпеченні дуже високих ступенів надійності та достовірності.

2. Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми

У роботах [1, 2] досліджуються властивості систем, які забезпечують можливості їхнього функціонування при змінах параметрів внутрішнього та зовнішнього середовища впродовж тривалих проміжків часу. Характер поведінки системи обирається відповідно до змін зовнішніх умов і з врахуванням функціонального інваріанту системи, який можна назвати внутрішньою метою її функціонування.

Аналізуючи останні наукові дослідження можна стверджувати, що методам та моделям побудови складних технічних систем присвячено наукові роботи О.А. Машкова [3], О.В. Барабаша [4], Г.А. Кучука [5] та ін.; проблемі відмовостійкості складних технічних систем присвячено роботи В.А. Машкова, В.А. Савченка [6] та ін.; питання стійкості систем відносно зовнішніх дестабілізуючих впливів досліджувалося в роботах О.Г. Додонова [7], І.В. Рубанова та ін.

Питанням управління складністю інформаційних систем підприємства та впровадженню інформаційних технологій присвячено роботи [8-10]. У роботах [11-16] досліджувалися питання організації єдиного інформаційного простору для різних підприємств та галузей. Зокрема, робота [17] описує методіку створення єдиного інформаційного простору на сучасному виробничому підприємстві з функціонально стійким виробничим процесом. Сучасні промислові підприємства у великій мірі автоматизовані та здатні автономно виконувати багато технологічних процесів протягом наперед заданих часових інтервалів, випускаючи продукцію з високими стандартами споживчої та експлуатаційної якості [18-22].

В результаті накопиченого досвіду в даній сфері на сьогоднішній день розроблено велика кількість методик оперативно-виробничого планування та управління промисловим підприємством, але важливим і відкритим питанням залишається об'єднання всіх систем для оптимізації, автоматизації, зменшення трудомісткості, збільшення завадостійкості до внутрішніх та зовнішніх дестабілізуючих факторів.

3. Мета і задачі дослідження

Метою роботи є дослідження умов організації підприємства з критичною інфраструктурою та його єдиного інформаційного простору, зокрема, структури єдиного інформаційного простору підприємства з критичною інфраструктурою з набором баз даних.

4. Структура задач та алгоритм управління процесами на підприємстві з критичною інфраструктурою

Для інформаційного супроводу виробів виробничого центру підприємства з критичною інфраструктурою необхідне безперервне ведення і вдосконалення єдиного інформаційного

простору. Це забезпечує ефективний впорядкований обмін супроводжувальною інформацією, що інтенсивно змінюється, незалежно від методів і засобів програмно-технічної реалізації та стимулює створення так званих географічно та організаційно розподілених виробничих систем.

Continuous acquisition and life cycle support (CALs) забезпечує інформаційну підтримку виробу протягом всіх етапів виробництва [20, 21]. Вона заснована на застосуванні інтегрованого інформаційного середовища при забезпеченні одноманітних способів управління процесами та взаємодії всіх учасників процесу. Серед основних цілей CALs є безперервне забезпечення якості та оптимізація об'єктів та процесів за допомогою зміни їхньої конфігурації (рис. 1), при цьому головним інструментом даних технологій буде єдиний відкритий інформаційний простір (SDE - shared data environment).

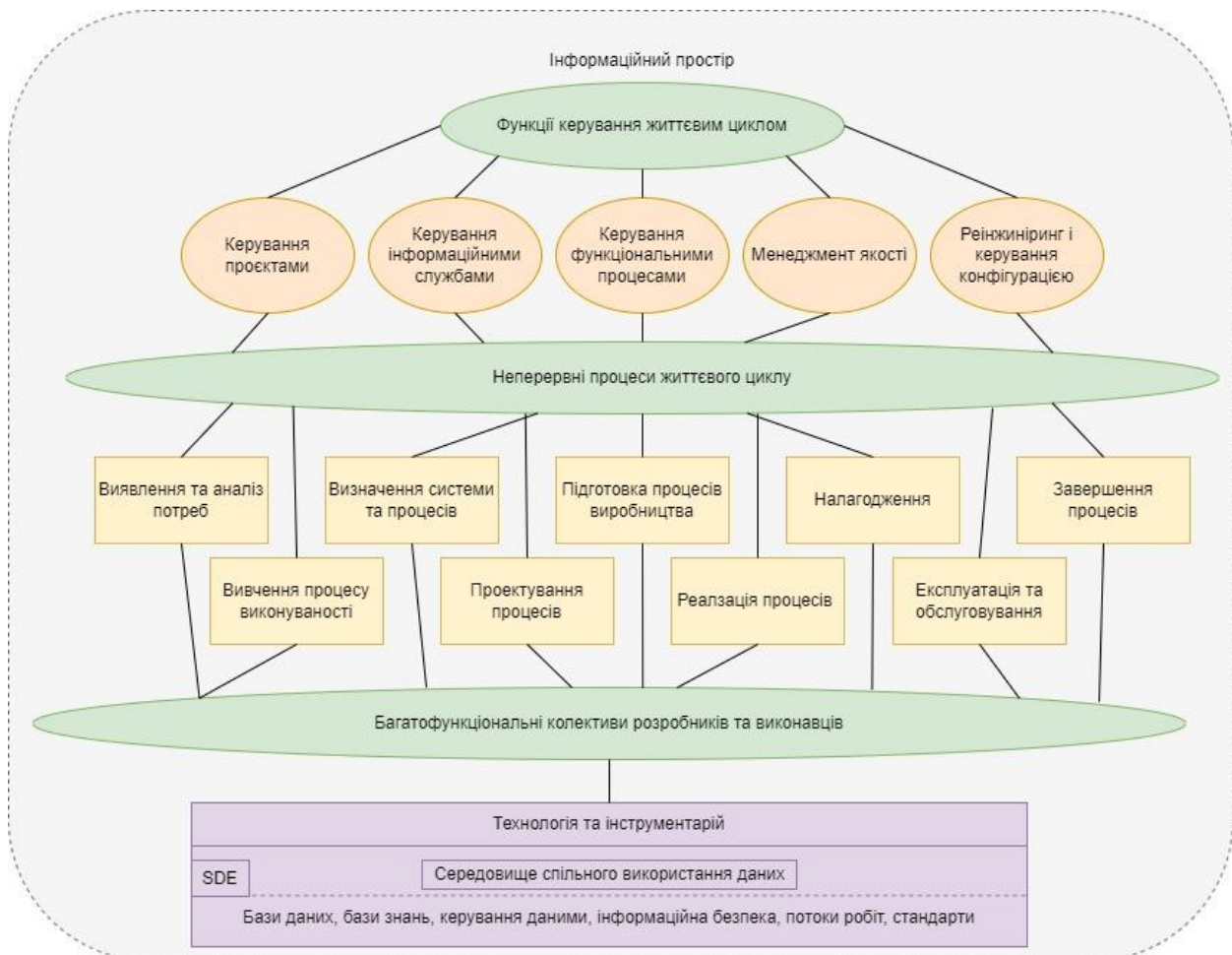


Рис.1. Структура задач

Програмні комплекси CALS-технологій у рамках єдиного інформаційного простору повинні відповідати наступним важливим вимогам:

- дотримання об'єктно-орієнтованого принципу побудови комп'ютерних систем;
- повна інтеграція систем між собою за наявності можливості передачі інформації між компонентами та модулями за рахунок своїх внутрішніх зв'язків;
- можливість функціонування систем як у спільному, так і в автономному режимах;
- наявність єдиного інтерфейсу;
- мережева взаємодія між активними користувачами даних програмних комплексів;
- єдині архітектури комп'ютерних баз даних та методів доступу до них.

CALS-технології передбачають безперервне вдосконалення та модернізацію (реінжиніринг) виробничих структур та бізнес-процесів (business processes reengineering) [16]. Останні на основі інформаційно-комунікаційних технологій та використання єдиного

інформаційного простору забезпечують досягнення поставлених цілей та реалізацію сформульованої політики (рис. 2).

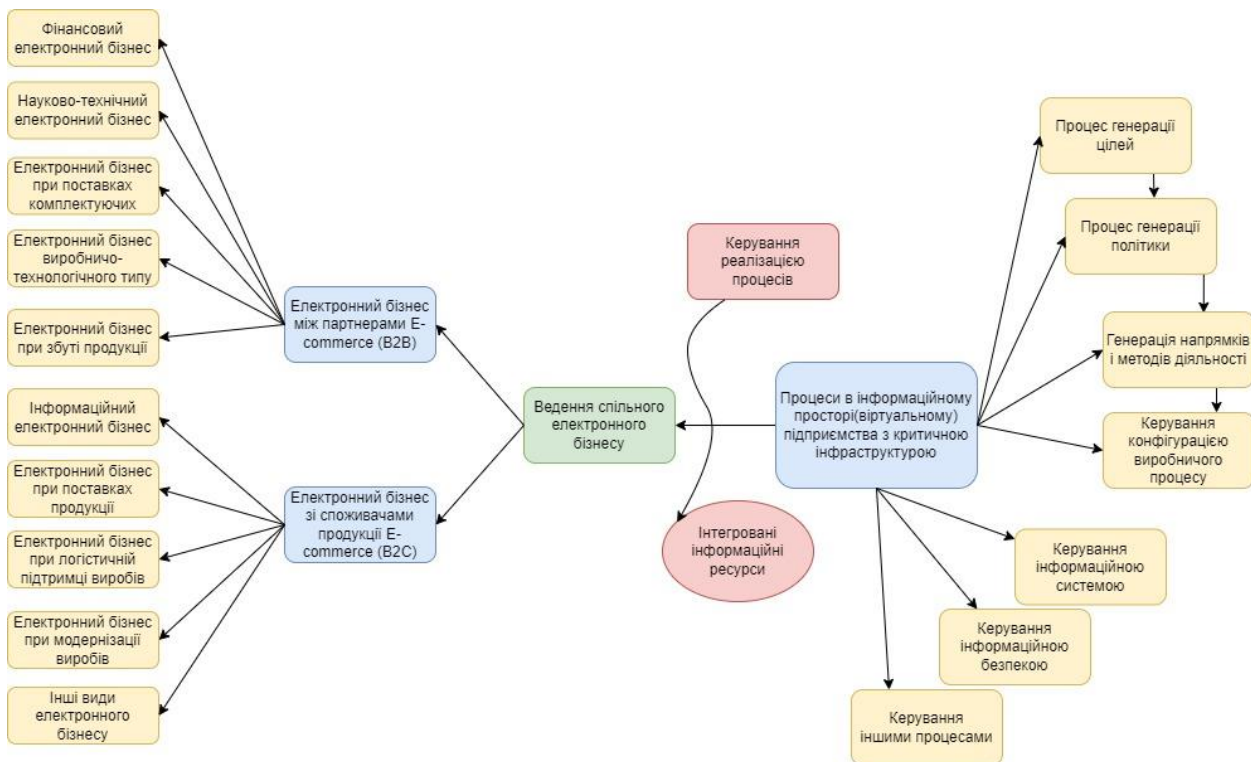


Рис.2. Бізнес-процеси підприємства з критичною інфраструктурою

Конфігурація бізнес-процесів, яка може бути виражена в графічній формі, визначає структурну побудову підприємства з критичною інфраструктурою, розподіл повноважень та відповідальності в умовах професійної діяльності, правила адміністративної та інформаційної взаємодії, методи ініціювання та стимулювання з метою вдосконалення діяльності та підвищення ефективності.

Зі зростанням обсягів виробничих процесів та центрів кількість супутньої інформації прогресивно зростає. При організації складних взаємодій, пов'язаних з випуском наукомісткої продукції, конфігурація відповідних бізнес-процесів має бути повністю описана в адміністративній та технічній документації, погоджена із зацікавленими службами та введена в дію наказами на підприємстві. Вона піддається безперервному вдосконаленню, пов'язаному з аналізом її ефективності, та внесенню змін.

Під час роботи підприємства обов'язково використовують інтегровані ресурси як інформаційних моделей елементів електронного бізнесу, і навіть елементів і процедур передачі, тобто необхідно розглядати комплекс систем та процедур реалізації бізнес-процесів (рис. 3).

Ефективним є використання виробничої виконавчої системи MES (manufacturing execution system) [23], у завдання якої входять такі функції управління: ланцюжками постачання SCM (supply chain management); транспортно-складською системою; плануванням та забезпеченням виробництва MRP-2; виробництвом класу ERP; відносинами із замовниками продукції CRM (customer relationship management); продажами та логістичною підтримкою S&SM (sales and service management); диспетчерського управління виробництвом SCADA (supervisory control and data acquisition).

При формуванні процедур реалізації бізнес-процесів в єдиному інформаційному просторі значну роль грає реінжиніринг. Тобто, процес трансформації систем та методів функціонування підприємства на базі мережевих інформаційно-комунікаційних технологій та налагодження правильно організованих потоків робіт у виробничих центрах.

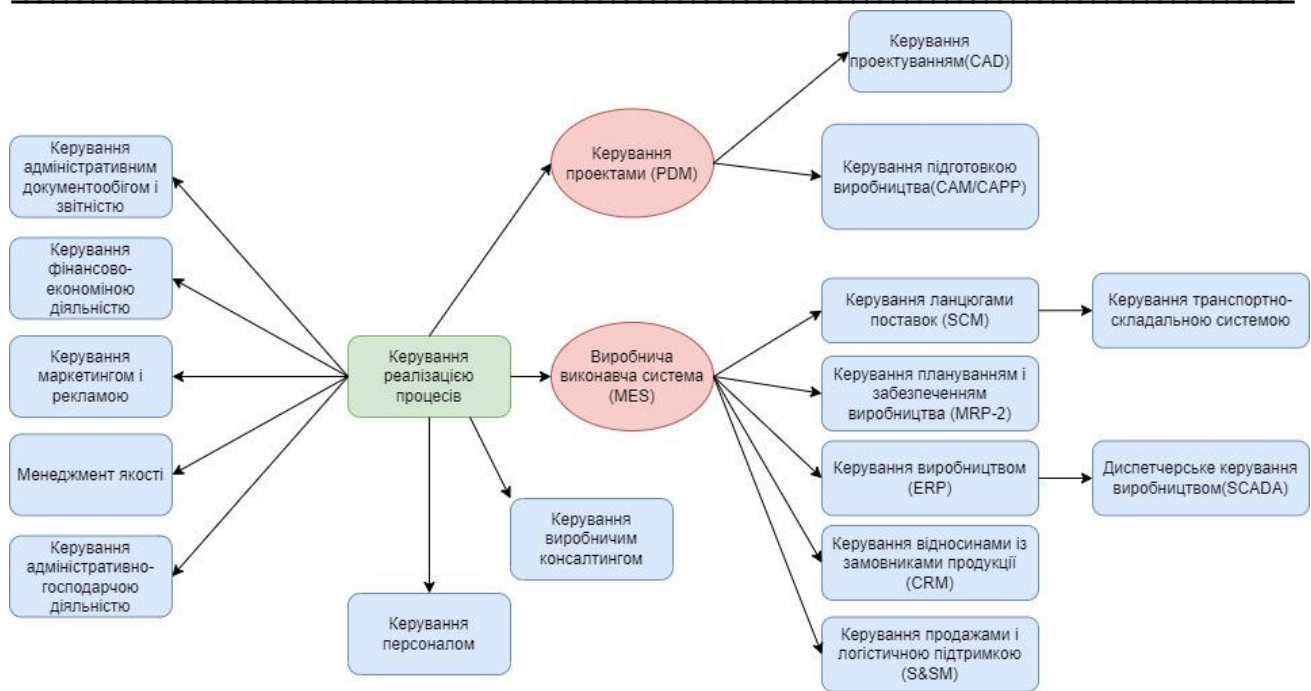


Рис.3. Управління реалізацією бізнес-процесів

Безперервний реінжиніринг заснований на неперервному аналізі раціональності конфігурації підприємства та бізнес-процесів в даний момент часу, виявленні загроз, визначенні збоїв та критичних моментів, концептуальних підходів до реформування, виробленні методів оптимізації, усуненні недоліків, забезпеченні функціональної стійкості всієї інформаційної системи, знаходженні принципово нових рішень, що забезпечують прискорення та підвищення ефективності. Крім того, середовище CALS і мережеві технології дозволяють вести паралельний інжиніринг (concurrent engineering), тобто паралельне дослідження, аналіз та проектування систем та процесів, які у звичайних умовах виконують на різних етапах. Паралельний інжиніринг застосовують, як правило, у разі необхідності аналізу проблемних ділянок у процесі реінжинірингу підприємства, при створенні нових проектів, процесів, систем агрегатів, модулів та інших.

Узагальнений алгоритм управління характером бізнес-процесу підприємства з критичною інфраструктурою наведено на рис. 4.

Після вироблення проекту управлінських рішень та їх узгодження обов'язково слід проводити оцінку їх ефективності. Якщо вони ефективні, їх вводять у дію. На підставі аналізу результатів функціонування деякого об'єкта з новими керуючими параметрами може бути прийняте рішення про продовження або припинення функціонування у разі критичної ситуації.

У разі отримання даних про неефективність керуючих впливів може бути прийнято рішення про перехід до кризових методів управління, коли перспективні плани відкидаються і всі ресурси спрямовуються на відновлення ефективності роботи об'єкта управління. Аналітичні процедури реінжинірингу рекомендується задіяти за будь-якого рівня ефективності функціонування.

5. Системний підхід до проектування підприємства з критичною інфраструктурою та його інформаційного простору

Системний підхід до організації підприємства з критичною інфраструктурою полягає в комплексному забезпеченні поставленої мети з використанням інформаційних технологій на сучасному науково-технічному рівні. Першочерговим етапом буде визначення стратегічних цілей; розташування на ринку; виду функціональної діяльності; стратегічного, тактичного та оперативного кола завдань; політики досягнення цілей. Головним завданням буде організація суцільного потоку робіт типу MES на основі систем рівня PDM, ERP та MRP-2.

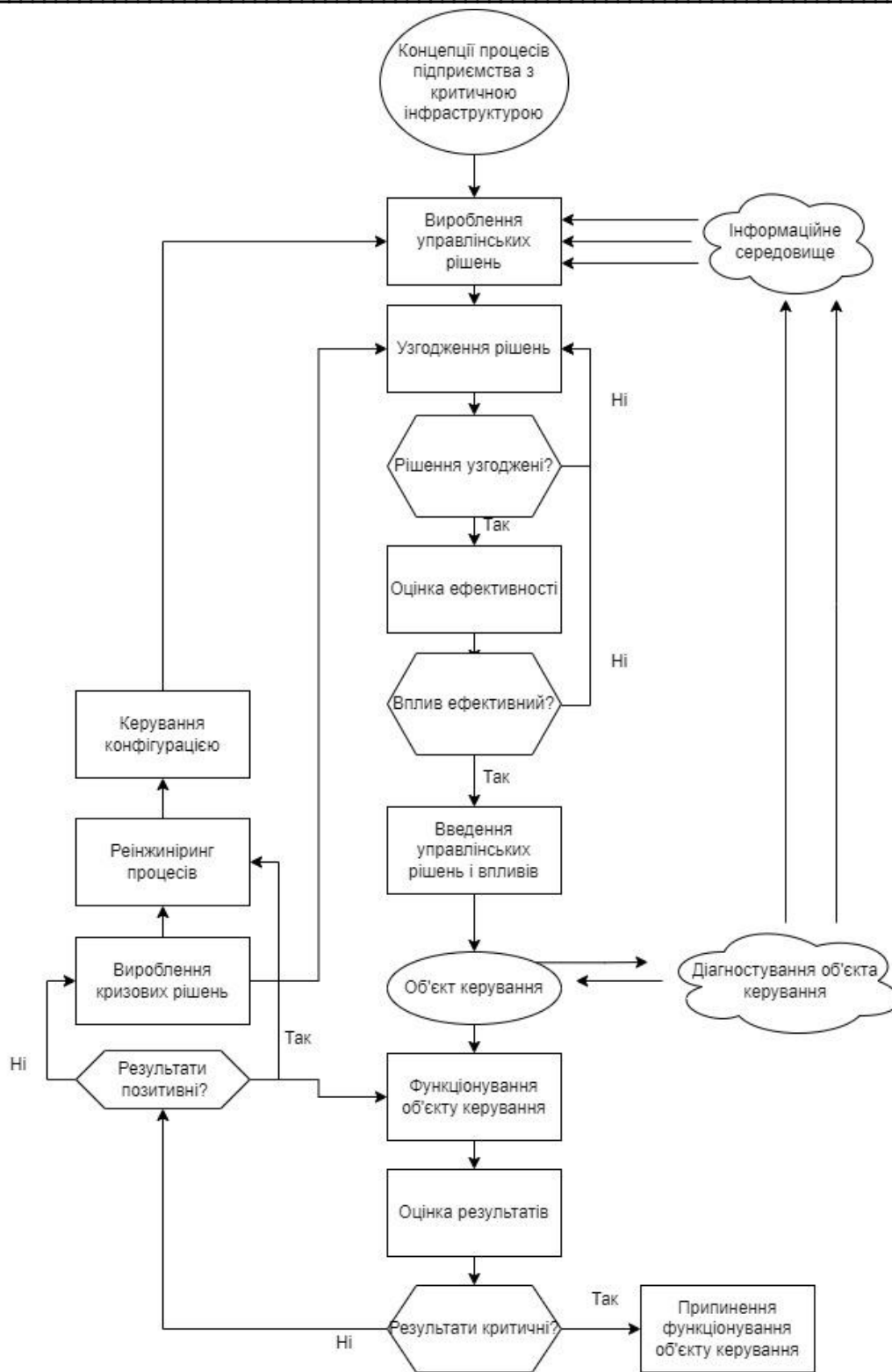


Рис.4. Узагальнений алгоритм управління бізнес-процесами підприємства з критичною інфраструктурою

Необхідно визначити первісну конфігурацію бізнес-процесів і систем підприємства та провести наступні заходи: уніфікацію внутрішніх планово-економічних, технічних, організаційних та звітних документів, їх електронних форм та методів подання; складання планів та оснащення автоматизованих робочих місць; визначення показників потоків робіт; затвердження технічних завдань на впровадження та налаштування комплексної системи

комп'ютеризації та інформатизації діяльності; заповнення баз даних з урахуванням стандартів, технічних умов, правил проектування та забезпечення безпеки праці та інформаційної діяльності. При створенні автоматизованих робочих місць велике значення мають наявність зручних інтерфейсів, інтеграція програмних модулів, раціональна організація обміну даними, функціональність програмних додатків.

За наявності єдиного інформаційного простору на підприємстві з критичною інфраструктурою забезпечується вільна циркуляція проектних, виробничих, матеріальних, економіко-статистичних, фінансових та інших інформаційних потоків. Він реалізується на основі інтегрованого інформаційного середовища, в якому інтеграція програмних систем і баз даних здійснюється за рахунок застосування уніфікованої програмної платформи (операційної системи), стандартних протоколів обміну інформацією та внутрішнього зв'язку між системними модулями (рис.5).

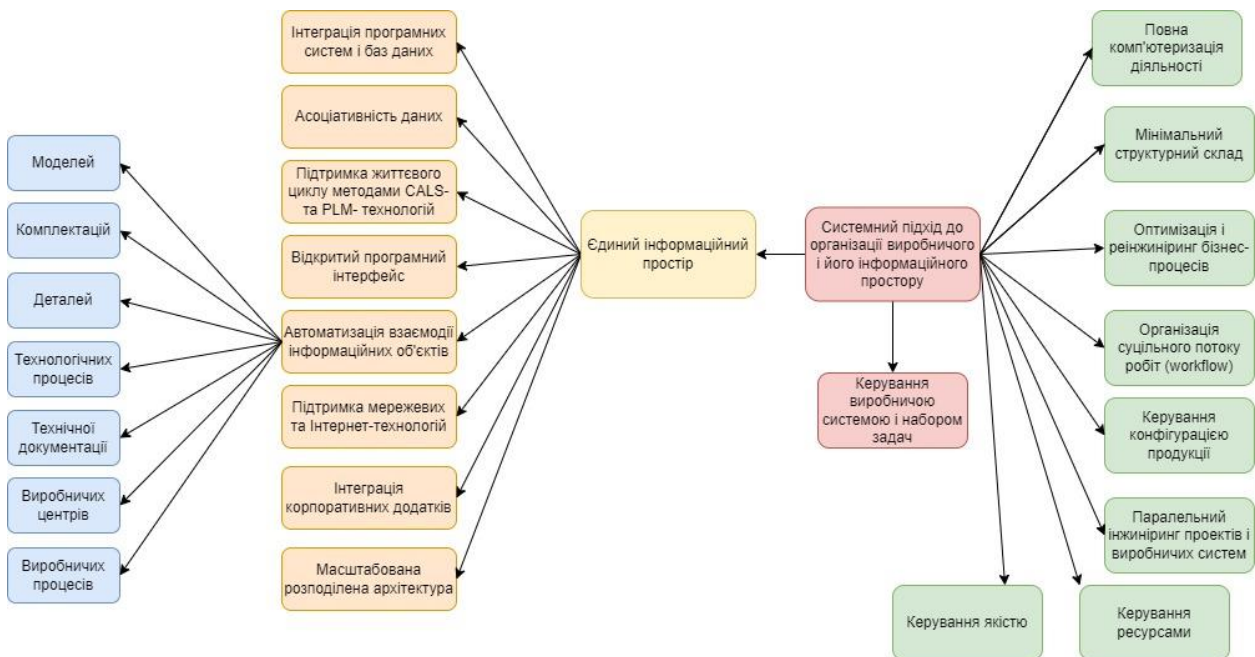


Рис.5. Умови організації підприємства з критичною інфраструктурою та його інформаційного простору

Асоціативність та уніфікація представлення даних і моделей дозволяють використовувати їх у різних частинах проектів, виробничих процесів та економічних процедур, а також підтримувати життєвий цикл методами CALS- та PLM-технологій.

При побудові та організації роботи єдиного інформаційного простору за основу береться підтримка мережевих та Інтернет протоколів та технологій. Зі свого боку інтеграція корпоративних додатків базується на створенні мережевих інформаційних порталів для організації скоординованої роботи професійних користувачів та груп фахівців. В такому випадку забезпечується інтенсивна спільна діяльність фахівців та робочих груп та прискорюється оперативний обмін відомостями та параметричними даними; полегшується мережна публікація інформації на різних рівнях доступу та захист інформації всередині корпоративної та зовнішньої мережі.

Інтегроване інформаційне середовище відповідно до концепції CALS є модульною системою. В ній прикладні програмні засоби відокремлені від даних та структури даних, крім того інтерфейс доступу до них стандартизований на міжнародному рівні, дані про виріб, процеси та ресурси розбиті на структуровані класи і не дублюються. У результаті забезпечується повнота і цілісність інформації, а кількість помилок у технічній документації та базах даних мінімізується. Також забезпечується можливість подальшого розвитку інтегрованого інформаційного середовища.

6. Структура єдиного інформаційного простору підприємства з критичною інфраструктурою

Об'єднання існуючих джерел даних в єдиний інформаційний простір, що представляє собою «сукупність автоматизованих інформаційних ресурсів, інформаційно-комунікаційних технологій їх формування, ведення та використання, а також організаційних механізмів, що забезпечують технологічні взаємодії учасників проекту та задоволення їх інформаційних потреб» [15]. Автоматизовані інформаційні ресурси являють собою сукупність бази даних та банків даних, доступ і оновлення даних в яких відбувається відповідно до регламенту. Побудова єдиного інформаційного простору проводиться відповідно до концепції CALS. Тобто необхідно провести автоматизацію інформаційної підтримки кожного етапу життєвого циклу конкретного виробу та включити до складу єдиного інформаційного простору інтелектуальні підсистеми, які забезпечать підтримку прийняття рішень та функціональність всіх компонентів програмного забезпечення.

На рис. 6 представлено структуру єдиного інформаційного простору підприємства з критичною інфраструктурою, що ґрунтується на наборі баз даних, та інформаційні потоки автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) для проектування дистанційного управління виробничого процесу підприємства з критичною інфраструктурою. В єдиному інформаційному просторі необхідно реалізувати інформаційну технологію з використанням спеціальних форматів обміну, яка б змогла забезпечити інтеграцію програмно-апаратних комплексів за допомогою джерел і приймачів даних, які є програмними продуктами, що принципово відрізняються один від одного, а саме:

- підсистема ДУ та ЗД (SCADA) – підсистема диспетчерського управління та збору даних призначена для розробки та забезпечення функціонування в режимі реального часу систем, що виконують збирання, обробку, відображення та архівування даних про об'єкт управління;

- система автоматизованого проектування (САПР) необхідна для проектування об'єктів;

- експертна система – програмний продукт, що включає засіб створення та налаштування оптимізаційної теоретичної моделі виробничого центру. У режимі підтримки прийняття рішень модуль експертної системи отримує дані імітаційної моделі або фактичні дані від об'єкта управління за допомогою модуля збору інформації в реальному часі;

- підсистема програмованого логічного контролера (ПЛК) необхідна для контролю складних виробничих процесів і роботизованих ліній з високою надійністю, простотою програмування та діагностики несправностей;

- модуль імітації – програмний засіб створення та налаштування імітаційних моделей. Цей модуль дозволяє надати інструменти для опису алгоритмів формування вихідних сигналів, задавати вихідні умови моделювання, забезпечує розрахунок створених імітаційних моделей та керує режимом їх функціонування.

За допомогою баз даних (БД) єдиного інформаційного простору можна забезпечити розробку інформаційної технології забезпечення взаємодії всередині цього ж простору. При цьому обов'язковим є дотримання правил спрямованих на забезпечення вільного від надмірності, цілісного, узгодженого та безконфліктного зберігання інформації складної структури та значного обсягу інформації під час формування та введення баз даних. Кожне із цих правил виступає обмеженням цілісності. Порядок та дотримання таких правил визначаються регламентом ведення баз даних, серед яких виділяють: база даних обміну даними реального часу; база даних зберігання проектно-конструкторських даних (ПКД); база даних репозиторію пакета прикладних програм (ППП); база даних репозиторію програм обміну даними (ETL). Цілісність та узгодженість баз даних можна розглядати як відповідність інформації, що зберігається в базі даних її структури, внутрішньої логіки, всіх правил її формування та вимог з боку учасників єдиного інформаційного простору.

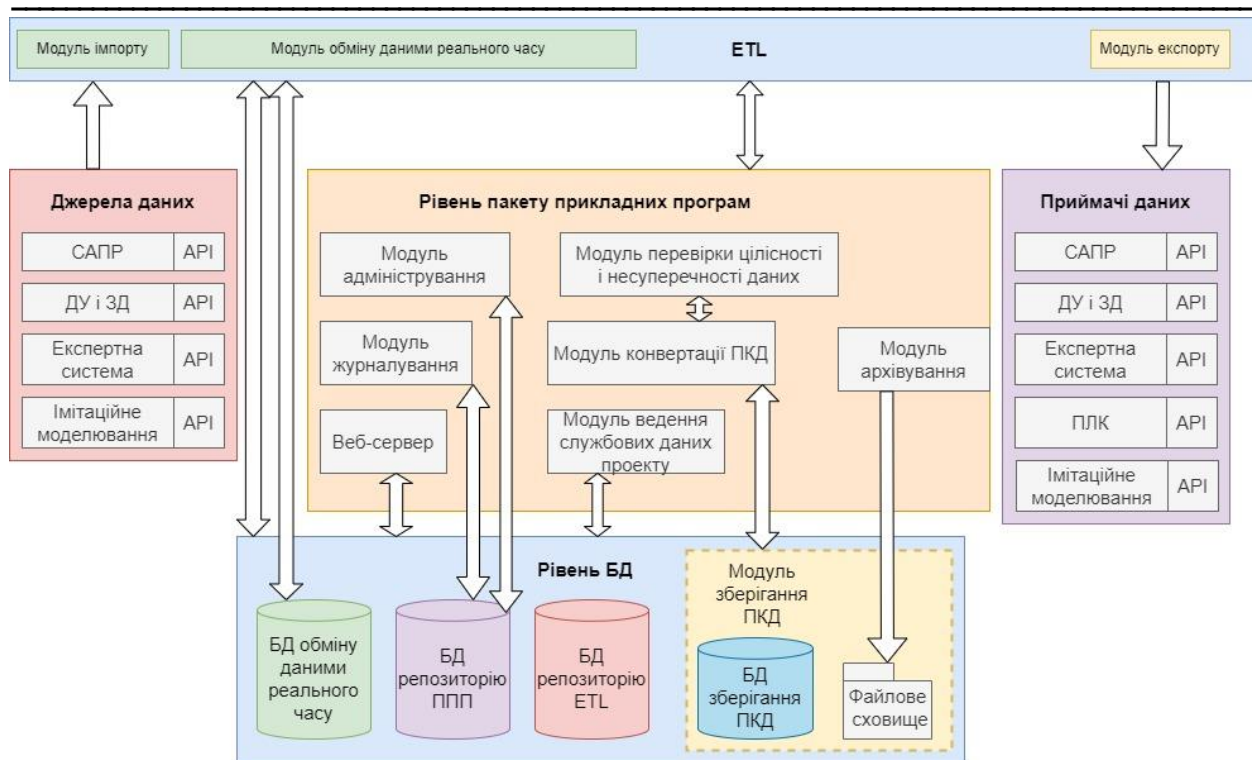


Рис.6. Структура єдиного інформаційного простору з набором баз даних

Пропонується використовувати об'єктно-реляційну систему управління базами даних (СУБД) *Oracle Database 21c*, як СУБД підсистеми зберігання проектно-конструкторських даних і обміну даними.

Для зберігання вихідних файлів, отриманих із джерел даних, графічних даних та архіву журналу модуля журналування використовується файлове середовище, де дані передаються за допомогою API (Application Programming Interface) у вигляді XML-документів.

7. Висновки

Підсумовуючи наведені міркування необхідно зазначити, що в даній роботі проведено аналіз проблеми створення інформаційних систем управління підприємством та на основі цього досліджено умови організації підприємства з критичною інфраструктурою та його єдиного інформаційного простору, необхідного для виконання складного технологічного процесу, запропоновано структуру єдиного інформаційного простору підприємства з критичною інфраструктурою з набором баз даних. Впровадження єдиного інформаційного простору позитивно впливає на забезпечення та підвищення безпеки та функціонування підприємства, а також, посилює збалансованість та швидкість прийняття вірних управлінських рішень, посилення інтелектуального та кадрового потенціалу, впливає на оперативність виявлення та мінімізацію ризиків підприємства. Викладені міркування у поєднанні з архітектурними рішеннями та оптимізацією у розподіленні функціональних задач дозволять знизити час виконання критичних для системи функцій, значно скоротити мережевий трафік, а також часом значно знизити витрати часу на розробку проекту автоматизованої системи управління технологічними процесами.

У подальшому планується продовжити дослідження функціонально стійких технологічних процесів з використанням методів реалізації індивідуальних стратегій планування експлуатації складних технічних систем.

Список використаної літератури

1. Собчук В.В., Мусієнко А.П., Ільїн О.Ю. Аналіз використання ієрархічної структури для забезпечення функціональної стійкості автоматизованої системи управління підприємством // Науковий журнал «Телекомунікаційні та інформаційні технології». К.: ДУТ, 2018. № 4 (61). С. 53 – 61.

2. Monakhov Yu. Simulation Model Of Functional Stability Of Business Processes / Monakhov Yu., Fayman O. // *Int. Journal of Engineering Research and Application*, Vol. 3, Issue 6, Nov-Dec 2013, pp. 819-828.
3. Машков О.А., Аль-Тамімі Р.К.Н., Ламі Д.Д.Х., Косенко В.Р. Застосування неформальних підходів до управління складними динамічними системами. Наукове періодичне видання «Системи управління, навігації та зв'язку». Полтава: ПНТУ, 2015. Вип. 4 (36). С. 31 – 37.
4. Барабаш О.В., Мусієнко А.П., Саланда І.П. Система показників та критеріїв формалізації процесів забезпечення локальної функціональної стійкості розгалужених інформаційних мереж. Наукове періодичне видання «Системи управління, навігації та зв'язку». Полтава: ПНТУ, 2017. Вип. 1 (41). С. 122 – 126.
5. Кучук Г.А. Інформаційні технології управління інтегральними потоками даних в інформаційно-телекомунікаційних мережах систем критичного призначення // Харків: ХУ ПС, 2013. 264 с.
6. Савченко А.В., Кравець В.О., Шевцова В.В. Аналіз методів побудови функції належності при обробці експертних знань. Вісник НТУ «ХП». Сер.: Техніка та електрофізика високих напруг. Х.: НТУ «ХП». 2012. № 52 (958). С. 126 – 132.
7. Додонов А.Г., Кузнецова М.Г., Горбачик Е.С. Введение в теорию живучести вычислительных систем // Отв. Ред. Гуляев В.А.; АН УСССР. Ин-т проблем регистрации информации. Киев: Наукова думка, 1990. 184 с.
8. Maciaszek L.A. Managing Complexity of Enterprise Information Systems. In: Seruca I., Cordeiro J., Hammoudi S., Filipe J. (eds) *Enterprise Information Systems VI*. Springer, Dordrecht. 2006. Pp. 30-36.
9. Jerry Cha-Jan Chang. Measuring the Performance of Information Systems: A Functional Scorecard / Jerry Cha-Jan Chang and William R. // *Journal of Management Information Systems*. Vol. 22, No. 1 (Summer, 2005), pp. 85-115.
10. Собчук В.В., Замрій І.В., Олімпієва Ю.І., Лаптев С.О. Функціональна стійкість технологічних процесів на основі нелінійної динаміки із застосуванням нейромереж // *Сучасні інформаційні системи*. 2021. Том 5, № 2. С. 49-57.
11. Mumin Abubakre, Yiwei Zhou, Zhongyun Zhou, The impact of information technology culture and personal innovativeness in information technology on digital entrepreneurship success, *Information Technology & People*, 10.1108/ITP-01-2020-0002, 35, 1, (204-231), (2020).
12. Kathy Ning Shen, Valerie Lindsay, Yunjie (Calvin) Xu, Digital entrepreneurship, *Information Systems Journal*, 10.1111/isj.12219, 28, 6, (1125-1128), (2018).
13. Бакай Б.Я., Кий В.В. Побудова єдиного інформаційного простору управління життєвим циклом виробів машинобудування // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2016. – Вип. 26.8. – С. 356-362.
14. Битий А. В. Організація єдиного інформаційного простору як базис формування економічної безпеки підприємства // *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. – 2018. – № 5, т. 1. – С. 274-277.
15. Волгин А.В., Гусев И.В., Куликов С.В. и др. Создание единого информационного пространства машиностроительного предприятия на основе облачных технологий // *Вестник ВГТУ*. – 2012. – № 6. – С. 44–47.
16. Схиртладзе А. Г., Скворцов А. В., Чмырь Д. А. Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий: учебник. Изд. 2-е, стер. - М.; Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 616 с.
17. Собчук В.В. Методика створення єдиного інформаційного простору на виробничому підприємстві з функціонально стійким технологічним процесом // *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. – Полтава: ПНТУ, 2019. – Т. 6 (58). – С. 84-91.
18. Sobchuk V., Zamrii I., Vlasyk H., Tsvietkova Yu. Strategies for Control Automated Production Centers to Ensure the Functional Stability of Enterprise Information Systems // 2021

IEEE 3th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), December 15-17, 2021, Kyiv, Ukraine, pp. 61-66.

19. Zamrii I. Algorithm for forming and non-network optimization of the control program of the production center using nonlinear dynamics methods // Norwegian Journal of development of the International Science (ISSN 3453-9875), Oslo, Norway, №71/2021, VOL.1, p. 63-68.

20. Zamrii I. Modular design of production centers to provide functional stability of technological operations based on neural networks // Sciences of Europe. Praha, Czech Republic, Vol. 1. No 80. 2021. (ISSN 3162-2364). p. 31 – 37.

21. Zamrii I. Strategy of management of functional stability of the information system of the industrial enterprise // International Journal of Progressive Sciences and Technologies, Vol. 29, No 1 October 2021 (ISSN 2509-0119), pp. 659-667.

22. Собчук В.В., Замрій І.В., Власик Г.М., Зінченко О.В., Кравець В.І. Функціональна стійкість технологічних процесів та формування індивідуальної стратегії управління експлуатацією виробничих центрів // Телекомунікаційні та інформаційні технології, 2021, №1(70). С. 4-16.

23. Загидуллин Р.Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP. Монография. – Старый Оскол: ТИТ, 2011. 372 с.

References

1. Sobchuk V.V., Musienko A.P., Ilyin O.Y. Analysis of the use of hierarchical structure to ensure the functional stability of the automated enterprise management system // Scientific Journal "Telecommunication and Information Technologies". K. : DUT, 2018. № 4 (61). Pp. 53-61.

2. Monakhov Yu. Simulation Model Of Functional Stability Of Business Processes / Monakhov Yu., Fayman O. // Int. Journal of Engineering Research and Application, Vol. 3, Issue 6, Nov-Dec 2013, pp. 819-828.

3. Mashkov O.A., Al-Tamimi R.K.N., Lamy D.D.H., Kosenko V.R. Application of informal approaches to the management of complex dynamic systems. Scientific periodical "Control, navigation and communication systems". Poltava: PNTU, 2015. Vip. 4 (36). Pp. 31-37.

4. Barabash O.V., Musienko A.P., Salanda I.P. System of indicators and criteria for formalization of processes of ensuring local functional stability of branched information networks. Scientific periodical "Control, navigation and communication systems". Poltava: PNTU, 2017. V. 1 (41). Pp. 122-126.

5. Kuchuk G.A. Information technologies for integrated data flow control in information and telecommunication networks of critical systems // Kharkiv: KhU PS, 2013. 264 p.

6. Savchenko A.V., Kravets V.O., Shevtsova V.V. Analysis of methods for constructing the membership function in the processing of expert knowledge. Bulletin of NTU "KhPI". Ser. : Engineering and electrophysics of high voltages. H. : NTU "KhPI". 2012. № 52 (958). Pp. 126 - 132.

7. Dodonov A.G., Kuznetsova M.G., Gorbachik E.S. Introduction to the theory of survivability of computing systems // Otv. Ed. Gulyaev V.A.; Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Institute of information registration problems. Kyiv: Naukova Dumka, 1990. 184 p.

8. Maciaszek L.A. Managing Complexity of Enterprise Information Systems. In: Seruca I., Cordeiro J., Hammoudi S., Filipe J. (eds) Enterprise Information Systems VI. Springer, Dordrecht. 2006. Pp. 30-36.

9. Jerry Cha-Jan Chang. Measuring the Performance of Information Systems: A Functional Scorecard / Jerry Cha-Jan Chang and William R. // Journal of Management Information Systems. Vol. 22, No. 1 (Summer, 2005), pp. 85-115.

10. Sobchuk V.V., Zamrii I.V., Olimpiyeva Yu.I., Laptev S.O. Functional stability of technological processes based on nonlinear dynamics with the use of neural networks // Modern information systems. 2021. Volume 5, № 2. pp. 49-57.

11. Mumin Abubakre, Yiwei Zhou, Zhongyun Zhou, The impact of information technology culture and personal innovativeness in information technology on digital entrepreneurship success, *Information Technology & People*, 10.1108/ITP-01-2020-0002, 35, 1, (204-231), (2020).
12. Kathy Ning Shen, Valerie Lindsay, Yunjie (Calvin) Xu, Digital entrepreneurship, *Information Systems Journal*, 10.1111/isj.12219, 28, 6, (1125-1128), (2018).
13. Bakay B.Ya., Kiy V.V. Construction of a single information space for life cycle management of mechanical engineering products // *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*. - 2016. — Issue. 26.8. — P. 356-362.
14. Byty A.V. Organization of a single information space as a basis for the formation of economic security of the enterprise // *Bulletin of the Khmelnytsky National University. Economic sciences*. — 2018. - № 5, V. 1. — P. 274-277.
15. Volgin A.V., Gusev I.V., Kulikov S.V. and others. Creation of a single information space of a machine-building enterprise based on cloud technologies. *Vestnik VGTU*. - 2012. — No. 6. — P. 44-47.
16. Skhirtladze A. G., Skvortsov A. V., Chmyr D. A. Designing a single information space for virtual enterprises: textbook. Ed. 2nd, sr. — M.; Berlin: Direct-Media, 2017. — 616 p.
17. Sobchuk V.V. Methods of creating a single information space at a manufacturing enterprise with a functionally stable technological process // *Control, navigation and communication systems. Collection of scientific works*. - Poltava: PNTU, 2019. — Vol. 6 (58). — P. 84-91.
18. Sobchuk V., Zamrii I., Vlasyk H., Tsvietkova Yu. Strategies for Control Automated Production Centers to Ensure the Functional Stability of Enterprise Information Systems // 2021 IEEE 3th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), December 15-17, 2021, Kyiv, Ukraine, pp. 61-66.
19. Zamrii I. Algorithm for forming and non-network optimization of the control program of the production center using nonlinear dynamics methods // *Norwegian Journal of development of the International Science (ISSN 3453-9875)*, Oslo, Norway, №71/2021, VOL.1, p. 63-68.
20. Zamrii I. Modular design of production centers to provide functional stability of technological operations based on neural networks // *Sciences of Europe*. Praha, Czech Republic, Vol. 1. No 80. 2021. (ISSN 3162-2364). p. 31-37.
21. Zamrii I. Strategy of management of functional stability of the information system of the industrial enterprise // *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, Vol. 29, No 1 October 2021 (ISSN 2509-0119), pp. 659-667.
22. Sobchuk V.V., Zamrii I.V., Vlasyk H.M., Zinchenko O.V., Kravets V.I. Functional stability of technological processes and the formation of individual strategy for the management of production centers // *Telecommunications and Information Technology*, 2021, №1 (70). Pp. 4-16.
23. Zagidullin R.R. Engineering production management with the help of MES, APS, ERP systems. Monograph. — Stary Oskol: TNT, 2011. 372 p.