

УДК 621-2.002;621.81.002.2, 621-2.002.2;621.81.002.2

УКПП

№ держреєстрації 0119U100361

Інв. №

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет(СумДУ)
40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, тел. (0542) 33-41-08,
info@sci.sumdu.edu.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
д-р. фіз.-мат. наук, професор

_____ А. М. Черноус

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ОСНОВИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ ПРОЦЕСАМИ
ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ ТА ОБ'ЄКТІВ ВІЙСЬКОВОЇ
ТЕХНІКИ
(проміжний)

Керівник НДР
д-р. техн. наук, професор

В. О. Залога

2020

Рукопис закінчено 22 грудня 2020 р.

Результати роботи розглянуті на вченій раді СумДУ, протокол від 23 грудня 2020 р. № 6

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР, ст. наук. співроб., д-р техн. наук	_____	В. О. Залога (реферат, вступ, висновок, розділи 1, 2, 3, 4)
	22.12.2020	
Відповідальний виконавець, ст. наук. співроб., д-р техн. наук	_____	К. О. Дядюра (розділ 1, 2, 3, 4, висновок)
	22.12.2020	
Виконавці:		
Ст. наук. співроб., канд. техн. наук	_____	О. В. Івченко (розділи 1, 2)
	22.12.2020	
Наук. співроб., канд. техн. наук	_____	О. О. Залога (розділ 3)
	22.12.2020	
Інженер 2 к.	_____	В. Г. Фортонюк (розділ 1)
	22.12.2020	
Виконавець договору цивільно- правового характеру, завідувач кафедри ТМВІ, д-р техн. наук	_____	В. О. Іванов (розділ 1, 4)
	22.12.2020	

Виконавець договору цивільно- _____ Д. В. Криворучко
правового характеру, 22.12.2020 (розділ 1, 4)
ст. науковий співробітник НДЧ
кафедри ТМВІ, д-р техн. наук

Виконавець договору цивільно- _____ І. М. Рибалка
правового характеру, аспірант 22.12.2020 (розділ 3)
кафедри ТМВІ 4-го року
навчання

Реферат

Звіт: 98 с., 26 рис., 2 табл., 53 джерела.

ІНТЕГРОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ, ОБ'ЄКТ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ, СКЛАДНИЙ ВИРІБ, УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ, ЯКІСТЬ

Об'єкт дослідження – інтегровані інформаційні системи підтримки прийняття рішень при управлінні процесами на стадіях життєвого циклу складних виробів у машинобудуванні та оборонній галузях.

Предмет дослідження – теоретичні, методологічні та нормативно-методичні основи формування та ефективного використання техніко-економічної інформації на стадіях життєвого циклу складних виробів та об'єктів військової техніки з урахуванням самоузгодженої взаємодії процесів як відкритої системи, самоорганізація якої впливає на досягнуті результати щодо задоволення вимог замовника.

Мета проекту – є створення науково обґрунтованих основ для прийняття рішень щодо забезпечення відповідності встановленим вимогам складних виробів (СВ) у машинобудуванні та об'єктів військової техніки (ОВТ) на основі технологій управління життєвим циклом (ЖЦ) і моделей самоузгодженої взаємодії процесів при проектуванні, виготовленні та експлуатації виробів.

Методи дослідження базуються на системному аналізі сучасних тенденцій, міжнародних, державних і галузевих нормативних документів у сфері управління якістю. Під час проведення досліджень для досягнення поставленої мети використані наукові положення: теорії управління якістю виробів і процесів (формування функціонального підходу до опису й аналізу реалізації процесів послідовної зміни стану складних виробів при їх проектуванні, виготовленні та експлуатації); методи комплексної оцінки якості продукції (моделювання взаємодії процесів на стадіях ЖЦ); теорії систем (дослідження процесів на стадіях ЖЦ);

теорії самоорганізації складних систем (моделювання інтеграції процесів при проектуванні, виготовленні та експлуатації СВ у машинобудуванні та ОВТ); технології машинобудування (модель функціональної підсистеми виготовлення); теорії множини (формування оптимальних характеристик конфігурації СВ та ОВТ при проектуванні); теорії ігор і динамічного програмування (модель вибору оптимальних характеристик функціональних підсистем на стадіях ЖЦ СВ та ОВТ); технічної діагностики і теорії прогнозування (модель функціональної підсистеми експлуатації СВ). Під час обробки результатів досліджень використані наукові положення кваліметрії (оцінка і забезпечення якості при проектуванні машинобудівної продукції), методології регресивного і кластерного аналізу.

СКОРОЧЕННЯ

APC (advanced process control) – вдосконалене керування технологічними процесами;

APC-O (advanced process control and optimization) – вдосконалене керування та оптимізація технологічних процесів;

CV (controlled variable) - керована змінна;

DV (disturbance variable) – змінна збурювання;

KPI (key performance indicator) – ключовий показник виробничого процесу;

MPC (model predictive control) – керування на основі моделей, які прогнозують (керування з прогнозуванням);

ЖЦ – життєвий цикл;

MV (manipulated variable) – регульована змінна;

МОМ – управління виробничими (технологічними) операціями (Manufacturing Operations Management);

ССВО – складна система взаємодіючих об'єктів;

ОВСТ – озброєння, військова та спеціальна техніка;

ПВП – продукція військового призначення

Зміст

		С.
	Вступ.....	9
	1 МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ СПІЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ САМОУЗГОДЖЕНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ, ВИГОТОВЛЕННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ ТА ОБ'ЄКТІВ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЯК ВІДКРИТОЇ НЕЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	14
1.1	Інтеграція можливостей удосконалення управління технологічними процесами. Оптимізація виробничих систем	14
1.1.1	Принципи управління виробничими процесами. Структура і функціональна модель	17
1.1.2	Моделі виробничих операцій та базові моделі операцій	21
1.2	Оцінка енергетичної ефективності та інших факторів виробничої системи, що впливає на навколишнє середовище	21
1.3	Показники діяльності. Ключові техніко-економічні показники (KPIs) для управління виробничими операціями	27
	Висновки.....	30
	2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ РЕЖИМІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СУКУПНОСТІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗАНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОЕКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВІДПОВІДНОСТІ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ ТА ОБ'ЄКТІВ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВСТАНОВЛЕНИМ ВИМОГАМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ.....	31
2.1	Зовнішні та внутрішні фактори.....	31
2.2	Категорії виробничої інформації	32
2.3	Середовище організації	33
2.4	Функціональна модель потоків даних.....	34
2.5	Функціональні та часові категорії прийняття рішення.....	36

2.6	Інтегрування менеджменту ризику в систему управління відповідно до вимог міжнародних стандартів.....	38
2.7	Формальне представлення моделі прийняття рішень	43
Висновки.....		47
3 МЕТОДИ ОПРАЦЮВАННЯ Й ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ ТА ОБ'ЄКТІВ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ		48
3.1	Вимоги до встановлення інтероперабельності процесів промислових підприємств.....	48
3.2	Системний підхід реалізації сукупності взаємозв'язаних процесів проектування, виготовлення та експлуатації при забезпеченні відповідності складних виробів та об'єктів військової техніки встановленим вимогам життєвого циклу.....	52
3.2.1	Системні поняття.....	53
3.2.2	Структура системи.....	57
3.3	Менеджмент процесів.	61
3.3.1	Визначення процесів.....	61
3.3.2	Чисельне моделювання динамічних робочих процесів в складних технічних системах.....	63
3.3.3	Управління процесами життєвого циклу складних технічних систем	63
3.3.4	Комп'ютерні моделі в процесах розробки, виробництва та експлуатації виробів.....	67
3.3.5	Індикатори оцінки процесів життєвого циклу.....	71
Висновки.....		72
4 СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ, ЯКІ ВРАХОВУЮТЬ РИЗИК ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ,		73

МАТЕРІАЛЬНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ВСТАНОВЛЕНИМ ВИМОГАМ		
4.1	Функціональні можливості АРС-О-системи	73
4.1.1	Моделі якості.....	73
4.1.2	Подання даних про виріб та обмін цими даними.....	75
4.2	Управління даними про якість виробів на стадіях життєвого циклу	77
4.2.1	Номенклатура показників.....	78
4.2.2	Менеджмент надійності. Загальні принципи планування технічного обслуговування для підтримки надійності.....	78
4.3	Управління життєвим циклом продукції військового призначення...	81
4.3.1	Принципи управління життєвим циклом продукції військового призначення, його суб'єкти та об'єкти.....	82
Висновки.....		85
ВИСНОВКИ.....		86
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....		87

Вступ

Звіт виконувався в рамках НДР 51.20.01-19/21.ЗП-01

2020 рік був бурхливим; кожна частина нашого суспільства та економіки повинна була адаптуватися до ряду надзвичайних заходів та до поточного стану

Актуальність теми. Виробництво висококонкурентних складних виробів (СВ) у машинобудуванні та об'єктів військової техніки (ОВТ) пов'язане з прийняттям обґрунтованих та оптимальних рішень. Це може бути забезпечено застосуванням системного підходу до процесів життєвого циклу (ЖЦ) та сучасних методів для прийняття рішень.

Розвиток цифрових технологій суттєво збільшує роль комп'ютерного моделювання на всіх етапах життєвого циклу виробів промисловості, що дозволяє підвищити ефективність, оптимізувати склад та кількість натурних і напівнатурних випробувань, що приводить до скорочення витрат на створення і забезпечення експлуатації виробів, які створюються.

Використання методів комп'ютерного моделювання та високопродуктивних обчислень є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності вітчизняних розробок та забезпечення ефективної підтримки у створенні інноваційних рішень у високотехнологічних та наукомістких галузях.

Метою стандартів є зменшення ризику, витрат та помилок, пов'язаних із впровадженням корпоративних систем та систем виробничих операцій, таким чином, що вони взаємодіють та легко інтегруються. Стандарт також може бути використаний для зменшення зусиль, пов'язаних із впровадженням нових пропозицій товарів.

В оцінках стійкості ЖЦ СВ та ОВТ економічні аспекти поєднуються з технічною підготовкою виробництва (ТПВ), технологічними особливостями, екологічними та соціальними впливами. Проте послідовності в перспективній методології оцінки ЖЦ поки ще не існує. У даному дослідженні розглянуті основні стадії ЖЦ складної технічної системи (СТС), математична постановка задачі прийняття рішень при створенні СТС і умови по вибору методів вирішення

завдання при аналізі альтернативних рішень. Показано значення процесу прийняття рішення на різних стадіях, при цьому на основі сучасних уявлень детально описана процедура прийняття рішень, яка включає сім етапів - від цілей вирішення проблеми і до її реалізації.

ЖЦ відноситься до нелінійних систем, які спроможні якісно змінювати свою поведінку при кількісній зміні впливу. Нелінійні системи – це складні системи. Відомі три основні проблеми для проведення оцінки життєвого циклу складних виробів та об'єктів військової техніки: проблеми порівнянності, *Big Data* та невизначеність.

Визначення мети, функціональності та системних меж можливих ЖЦ СВ та ОВТ, а також проблеми із визначенням методологій оцінки ЖЦ СВ та ОВТ становлять проблему порівнянності. Проблема порівнянності характеризується наступними визначеннями: мета дослідження, функціональність, межі системи та вибір методологій оцінки впливу на життєвий цикл.

Доступність, якість та масштабування даних - це проблеми, пов'язані з *Big Data*. Нарешті, невизначеність існує як всеохоплююча проблема при застосуванні перспективної моделі ЖЦ. Ці три завдання особливо важливі для перспективної оцінки нових технологій.

З розвитком сучасної промисловості, об'єкти управління ЖЦ СВ та ОВТ стають все більш складними, що створює багато нових проблем, пов'язаних, наприклад, з великим числом параметрів, що змінюються в часі, великими часовими затримками, високою нелінійністю процесів і складним зв'язком між вхідними та вихідними параметрами.

Вдосконалене керування технологічним процесом (APC-метод) підвищує якість виробничого управління шляхом розгляду конкретних результатів діяльності або економічних можливостей підприємства. Через різноманітності наявних засобів проектування та пріоритетних вимог до цих рішень, наданих різними виробниками, вони є практично ізольованими і відносно незалежними, що ускладнює можливість інтеграції цих рішень для забезпечення комплексної автоматизації. З цієї причини споживачі можуть придбавати різні компоненти цих

рішень з зарезервованими і задубльованими функціями, що буде призводити до непродуктивних витрат ресурсів і обмеженій взаємодії компонентів.

Використання статистичних методів і / або статистичних або стохастичних алгоритмів управління для досягнення однієї або більше наступних цілей:

- a) збільшення знань щодо процесу;
- b) регулювання процесу, для досягнення бажаної поведінки процесу;
- c) зменшення відхилень параметрів готової продукції або досягнення інших поліпшень роботи процесу.

Дослідження на даному етапі проекту спрямовані на одержання і використання нових знань щодо проведення перспективної оцінки процесів життєвого циклу (ЖЦ) складних виробів (СВ) та об'єктів військової техніки (ОВТ) з урахуванням потенційних можливостей та видів діяльності підприємств, виду продукції, вимог технічних регламентів, процедур оцінки відповідності, а також критеріїв оцінки енергоефективності та впливу на навколишнє середовище.

Мета і завдання, на вирішення яких спрямовано проект: Метою проекту є створення науково обґрунтованих основ для прийняття рішень щодо забезпечення відповідності встановленим вимогам складних виробів у машинобудуванні та об'єктів військової техніки на основі технологій управління життєвим циклом і моделей самоузгодженої взаємодії процесів при проектуванні, виготовленні та експлуатації.

Завдання, на вирішення яких спрямовано проект.

1) Встановлення логічних відношень і взаємозв'язків інформаційних процесів та їх даних у відповідності до стандартів.

2) Розробка методології, принципів і підходів створення, впровадження та використання інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень при застосуванні інтегрованих систем управління якістю складних виробів на стадіях їх життєвого циклу.

3) Розробка принципів збирання, опрацювання й ефективного використання техніко-економічної інформації в єдиному інформаційному просторі організації.

4) Вдосконалення інформаційних моделей складних виробів та процесів, що їх супроводжують на стадіях життєвого циклу, з урахуванням ризиків у тому, що стосується можливості перевірки, використання даних та інформації в процесі прийняття рішення.

5) Розробка феноменологічної інформаційної моделі системи стандартів, що буде використана як інформаційний базис для інтегрованих систем управління якістю, екологічною безпекою та енергозбереженням залежно від виду продукції, вимог технічних регламентів, процедур оцінки відповідності, а також критерії оцінки ефективності застосування таких систем стандартів на підприємствах залежно від можливостей та напрямків діяльності.

6) Розробка нових науково обґрунтованих методів підтримки прийняття рішень про відповідність СВ та ОВТ встановленим вимогам на етапах їх ЖЦ при застосуванні загальносистемних еволюційних моделей, що враховують організованість структури процесів залежно при динамічній зміні внутрішніх та зовнішніх умов.

7) Розробка методологічних принципів впровадження у виробництво сучасних технологій, матеріалів та інструментів з метою забезпечення необхідної якості складних виробів.

8) Визначення ключових показників ефективності проектних та виробничих процесів залежно від вимог та базових об'єктів дослідження.

9) Розробка алгоритмів та проектних процедур прийняття рішень на основі цілісної моделі даних базових об'єктів технічної підготовки виробництва (ТПВ) та процесів виробництва.

10) Розробка нового методу аналізу, оцінки та прийняття рішень на стадії виробничого замовлення, виходячи з 3D-моделі СВ.

11) Розробка нового методу оцінки та прийняття оптимальних проектних рішень на стадії ТПВ виробу.

12) Розробка нового методу управління ефективністю процесів ТПВ та процесів оперативного управління виготовленням виробу з урахуванням ресурсних можливостей конкретного підприємства.

13) Апробація розроблених методів прийняття рішення в реальних умовах базових для дослідження підприємств машинобудівної та оборонної галузей.

Об'єкт дослідження: Інтегровані інформаційні системи підтримки прийняття рішень при управлінні процесами на стадіях життєвого циклу складних виробів у машинобудуванні та оборонній галузях.

Предмет дослідження: Теоретичні, методологічні та нормативно-методичні основи формування та ефективного використання техніко-економічної інформації на стадіях життєвого циклу складних виробів та об'єктів військової техніки з урахуванням самоузгодженої взаємодії процесів як відкритої системи, самоорганізація якої впливає на досягнуті результати щодо задоволення вимог замовника.

1 МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ СПІЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ САМОУЗГОДЖЕНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ, ВИГОТОВЛЕННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ ТА ОБ'ЄКТІВ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЯК ВІДКРИТОЇ НЕЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ

1.1 Інтеграція можливостей удосконалення управління технологічними процесами. Оптимізація виробничих систем

Терміни та визначення [1-20]

Вдосконалене керування технологічними процесами (advanced process control; APC): Стратегія управління, призначена для роботи з процесами, які характеризуються значними часовими затримками, немінімально-фазовими властивостями, нелінійністю, нестійкістю контура регулювання та багатовимірним зв'язком.

Вдосконалене керування та оптимізація технологічних процесів (advanced process control and optimization; APC-O): Сукупність стратегій для вдосконаленого методу управління технологічними процесами та стратегій оптимізації.

Виробнича система (work system): Система, що включає одного і більше працівників та виробниче обладнання, що працюють спільно для виконання виробничих функцій у певному робочому просторі та середовищі, в умовах, що визначаються виробничими завданнями.

Виробничий процес (work process): Структурований набір дій, що включає переміщення і / або трансформування матеріалу, інформації, енергії і будь-яких інших сутностей (ISO 18435-1:2009).

Вплив на навколишнє середовище (environmental influence): Результат виробничого процесу, що негативно впливає на навколишнє середовище і оцінюється на протязі всього життєвого циклу виробничої системи та асоційовано з даним виробничим процесом [1].

Домен (enterprise modelling): конструкція, яка представляє частину підприємства для моделювання, що забезпечує ідентифікацію відповідної інформації (ISO 19440:2020).

Домен підприємства (enterprise domain): частина підприємства із заданим набором бізнес-цілей та обмежень для даної моделі підприємства (ISO 19440:2020).

Загальне обслуговування обладнання (TPM, total productive maintenance): Система обслуговування обладнання, спрямована на підвищення ефективності його використання за рахунок попередження та усунення втрат протягом усього життєвого циклу обладнання.

Здатність, можливість, функціональна можливість (capability): здатність до виконання дій (видів робіт), яка характеризується певною кваліфікацією та мірою продуктивності (ІЕС 62264-1:2013).

Ключовий техніко-економічний показник; КРІ-показник; ключовий показник ефективності (key performance indicator; KPI): Показник ефективності (конкретної бізнес-системи), що піддається кількісному визначенню і виражений в термінах цілей та завдань підприємства [1].

Ключові показники екологічної ефективності; ЕКРІ-показники (environmental KPI): Ключові виробничі показники, що характеризують екологічну ефективність виробничої діяльності (ISO 20140-3:2019).

Модель підприємства (enterprise model): представлення підприємства, а також суб'єктів господарювання на підприємстві, їх взаємозв'язки, їх декомпозицію та деталізацію настільки, наскільки це необхідно для передачі того, що підприємство має намір досягти та як воно функціонує (ISO 20140-3:2019).

Організація виробництва (work organization): Робота виробничих систем які взаємодіють для отримання встановленого результату.

Ощадливе виробництво (lean production): Концепція організації бізнесу, яка орієнтована на створення привабливої цінності для споживача шляхом формування безперервного потоку створення цінності з охопленням всіх процесів організації та

їх постійного вдосконалення через залучення персоналу та усунення всіх видів втрат.

Регламент промислового виробництва: Регламент промислового виробництва - це інформація, яка використовується у виробничому процесі для зазначення способу виготовлення продукції.

Розподіл функцій (allocation of functions): Процес прийняття рішення про розподіл функціонального навантаження на персонал, обладнання, апаратні та програмні засоби, щоб забезпечити ефективну роботу виробничої системи.

Управління виробничими операціями (manufacturing operations management; MOM): Діяльність на Рівні 3 виробничого підприємства, яка координує роботу персоналу та обладнання, а також використання матеріалів на виробництві.

Керування на основі прогнозуючих моделей (управління з прогнозуванням) (model predictive control; predictive control): Комплексна оптимізована стратегія управління зі зворотним зв'язком, яка поєднує в собі можливості динамічної моделі для прогнозування протікання процесу, безперервного керуючої дії на основі циклічної оптимізації в реальному часі і корекції помилок моделі з використанням сигналів зворотного зв'язку.

Система: Сукупність взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів різної природи, в якій реалізуються процеси різної діяльності, що спрямовані на досягнення заданих цілей.

Складна система взаємодіючих об'єктів (ССВО): Сукупність взаємопов'язаних між собою об'єктів, яким притаманна індивідуальна поведінка та властивості, організована для досягнення заявлених вимог, що є об'єктом моделювання для віртуально-імітаційних моделей.

Статистичне управління процесом (statistical process control): Стратегія, що використовує статистичні методи для моніторингу та управління виробничими процесами, а також для вдосконалення і підтримки робочих характеристик системи.

Спроможність, можливість, функціональна можливість (capability): Спроможність до виконання дій (видів робіт), яка характеризується певною кваліфікацією та мірою продуктивності.

Функції системи (system function): Основні види діяльності, які здійснюються системою.

Етап створення, реконфігурування або виведення з експлуатації (CRR) виробничої системи; CRR-етап (construction, reconfiguration or retirement step; CRR step): Етап життєвого циклу виробничої системи, відмінний від етапу її експлуатації (ISO 20140-1:2019).

1.1.1 Принципи управління виробничими процесами. Структура і функціональна модель

Стандарт ISO 19439 визначає структуру, що відповідає вимогам ISO 15704, яка служить загальною основою для ідентифікації та координації розробки стандартів для моделювання підприємств, підкреслюючи, але не обмежуючись, комп'ютерно інтегрованим виробництвом.

ISO 19439 також служить основою для подальших стандартів з розробки моделей, які можна використовувати на комп'ютері та забезпечувати підтримку прийняття рішень на основі моделей бізнес-процесів, що веде до функціонування, моніторингу та контролю на основі моделей.

З розвитком сучасної промисловості, об'єкти управління (процеси життєвого циклу виробів) стають все більш складними, що створює множину нових проблем, які пов'язані, наприклад, з великим числом даних, що змінюються в часі, більшими часовими затримками, високою нелінійністю процесів і складним зв'язком між вхідними та вихідними параметрами.

На рисунку 1 наведена функціональна модель, що включає функціональні можливості (відповідно до ISO 15746-1:2015) виробничих процесів і організована в ієрархічну структуру, що складається з наступних рівнів [1]:

а) рівень 0 визначає реальні виробничі процеси;

b) рівень 1 визначає діяльність, пов'язану зі збором інформації та управлінням конкретними виробничими процесами. Діяльність на рівні 1, як правило, відбувається (здійснюється) протягом декількох секунд і часу менше однієї секунди;

c) рівень 2 визначає діяльність, пов'язану з моніторингом та управлінням реальними виробничими процесами. Діяльність на рівні 2, як правило, відбувається (здійснюється) протягом декількох годин, хвилин, секунд і часом менше однієї секунди;

d) рівень 3 визначає діяльність, пов'язану з виробничими процесами, які потрібні для отримання необхідної кінцевої продукції, і включає в себе заходи щодо ведення обліку та координації процесів. Діяльність на рівні 3, як правило, відбувається (здійснюється) протягом декількох днів, змін, годин, хвилин і секунд;

e) рівень 4 визначає діяльність, пов'язану з бізнесом і необхідну для управління виробничим підприємством, яка включає в себе формування основного виробничого плану підприємства (технологічного обладнання), наприклад по використанню матеріалів, їх поставки і відвантаження продукції, що визначає рівень необхідних матеріально-технічних запасів і контроль за своєчасним постачанням матеріалів на відповідну виробничу ділянку.

При цьому інформація, що отримується на рівні 3, робить вирішальний вплив на діяльність, здійснювану на рівні 4. Діяльність на рівні 4, як правило, відбувається (здійснюється) протягом декількох місяців, тижнів і днів.

У серії стандартів ІЕС 62264 показані моделі діяльності та потоки даних для виробничої інформації, що забезпечує інтеграцію системи управління підприємством. Модельовані заходи функціонують між функціями логістики та планування 4 рівня та функціями ручного та автоматизованого управління процесом 2 рівня. Моделі відповідають об'єктивним моделям, наведеним у ІЕС 62264-2, та визначенням рівня 3 (виробничі операції та контроль).

Основними інформаційними структурними елементами для ERP (Enterprise Resource Planning) є управління життєвим циклом продукції (PLM), планування

ресурсів підприємства (ERP), управління ланцюгами поставок (SCM), управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) [2].

В стандарті ISO 15746 основна увага приділена інтеграції можливостей APC-O-методології в керуючу діяльність на рівні 2, а також в діяльність з управління виробничими операціями (MOM-управління) на рівні 3 (див. рисунок 1.1). Термін APC-O - це загальне визначення стратегій управління та оптимізації, який використовують для вирішення проблем, пов'язаних з оптимальною експлуатацією складних багатопараметричних виробничих процесів. Засоби автоматизації та управління виробничими системами підвищеної складності, які застосовуються відповідно за існуючою методологією APC-O, забезпечують ефективне виконання календарного плану робіт і виробництва продукції в цілому. Методологія APC-O вимагає інтеграції управління виробничими операціями (MOM) із засобами автоматизації і управління виробничими процесами і устаткуванням.

Відповідно до стандарту ISO 22400-1:2014 діяльність підприємства може бути описана за допомогою трьох ієрархічних моделей:

- моделі матеріальних активів;
- функціональної моделі;
- моделі обладнання, що використовується.

Комплекс міжнародних стандартів ISO 18435 встановлює вимоги до інтеграції, яким повинні задовольняти виробничі активи і ресурси на стадії управління і технічного обслуговування протягом життєвого циклу виробничих систем з урахуванням аспектів забезпечення якості, вартості та термінів випуску продукції:

а) якість: умови функціонування виробничих активів, підтримувані проведенням технічного обслуговування для забезпечення гарантії якості продукту;

б) вартість: знаходження оптимуму між вартістю технічного обслуговування і виробничими втратами внаслідок збоїв функціонування, порушення правил техніки безпеки та неефективності активу;

с) терміни виконання робіт: координація плану технічного обслуговування з планом виробництва.



Рисунок 1.1 – Функціональна ієрархія рівнів

Роботи з управління виробничим процесом (МOM) – це ті види діяльності промислового підприємства, які забезпечують координацію робіт з персоналом, обладнанням, матеріалами та енергією для перетворення сировини і / або деталей в продукцію.

Модель виробничої діяльності складається з восьми видів діяльності:

- детальне календарне планування;
- диспетчеризація;
- управління виконанням;
- управління ресурсами;
- управління ідентифікацією;
- відстеження результатів;

- збір даних;
- аналіз.

Ці види робіт застосовні до виробничих операцій, операцій з контролю якості, обліку виробничих ресурсів і технічного обслуговування.

1.1.2 Моделі виробничих операцій та базові моделі операцій

Домен виробничих операцій (процесів) складається з наступних категорій піддоменів (згідно [3]):

- a) виробничі операції;
- b) операції обробки товарно-матеріальних запасів;
- c) процедури випробування контролю якості;
- d) операції з технічного обслуговування;
- e) інші категорії операцій.

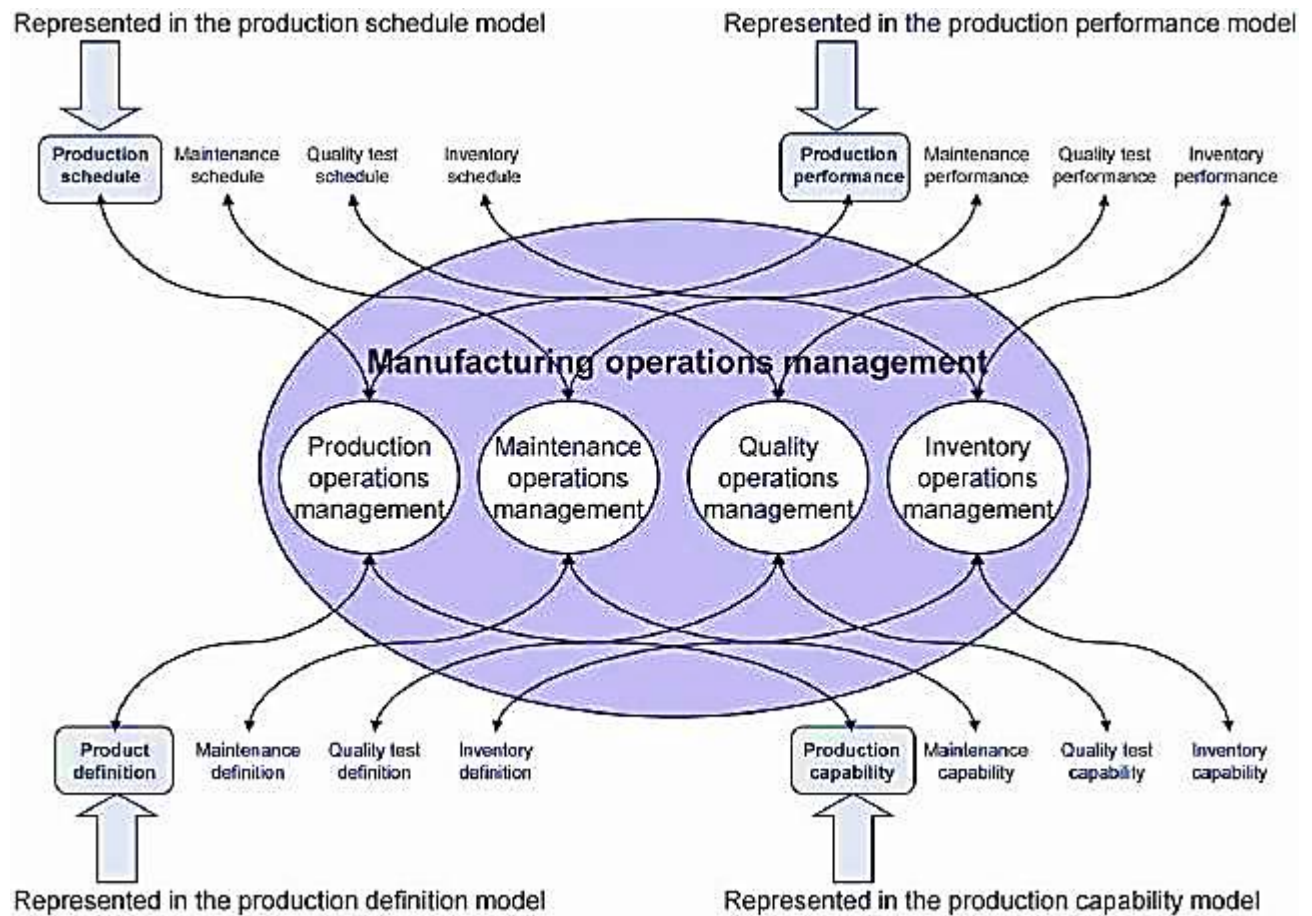
Організації надають цінність за допомогою діяльності, пов'язаної з мережею процесів. Процеси часто перетинають межі служб в рамках організації. Достовірні та передбачувані результати досягаються більш ефективно і результативно, коли мережа процесів функціонує як узгоджена система [1, 2].

Основна мета управління підприємством полягає в забезпеченні оперативної діяльності, виконуваної на постійній основі, і правильному розумінні та реалізації цілей, сформульованих на верхньому рівні (відповідно до корпоративної стратегії). Реалізація мети управління необхідна, з одного боку, для координації вирішення завдань відповідно до поставленої мети і для відстеження виконання робіт та порівняння їх результатів з цілями управління, з іншого боку.

Інформаційна модель, яка використовується для оперативного управління виробничими операціями, представлена як модель календарного планування виробництва (виробничого планування), модель виробничих показників, модель визначення продукту та модель виробничих можливостей (рисунок 1.2).

В межах підприємства різні виробничі підрозділи (області), наприклад збуту продукції, виготовлення, проектування, маркетингу та інші служби підтримки

виробництва мають різні набори техніко-економічних показників, які використовують спільно для безперервного контролю поставлених перед підприємством бізнес-цілей.

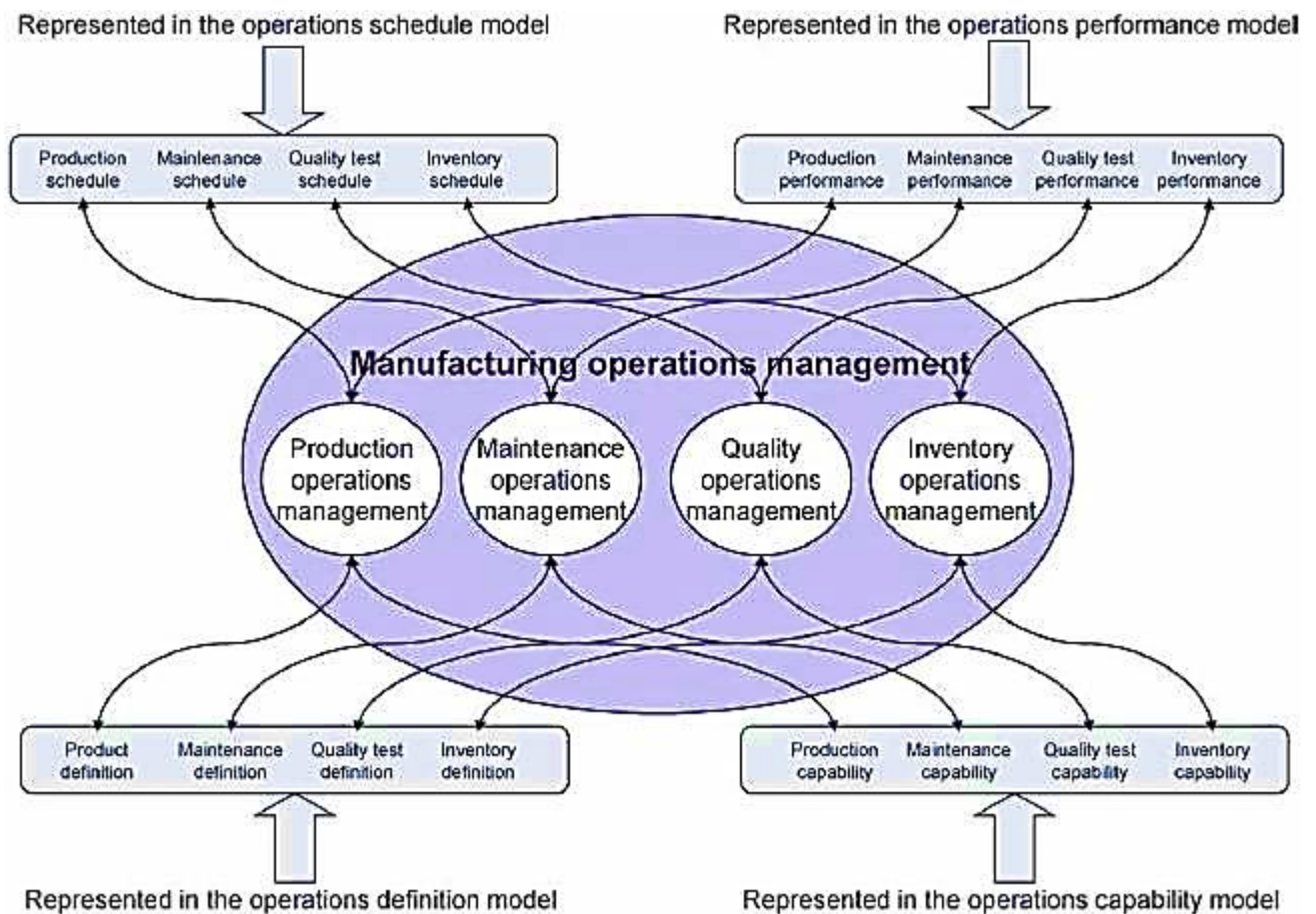


Represented in the production schedule model - Представлено в моделі календарного планування виробництва; Represented in the production performance model - Представлено в моделі виробничих показників; Production schedule - Календарний план виробництва; Maintenance schedule - Календарний план технічного обслуговування; Quality test schedule - Календарний план контролю якості; Inventory schedule - Календарний план (руху) матеріальних запасів; Production performance - Виробничі показники; Maintenance performance - Показники технічного обслуговування; Quality test performance - Показники контролю якості; Inventory performance - Показники (руху) матеріальних запасів; Manufacturing operations management - Управління технологічними операціями; Production operations management - Управління виробничими операціями; Maintenance operations management - Управління операціями технічного

обслуговування; Quality operations management - Управління операціями забезпечення якості; Inventory operations management - Управління операціями забезпечення матеріально-виробничими запасами; Product definition - визначення продукту; Maintenance definition - визначення технічного обслуговування; Quality test definition - визначення контролю якості; Inventory definition - визначення товарно-матеріальних запасів; Production capability - Виробничі можливості; Maintenance capability - Можливості технічного обслуговування; Quality test capability - Можливості контролю якості; Inventory capability - Можливості забезпечення матеріально-виробничими запасами; Represented in the production definition model - Представлено в моделі визначення виробництва; Represented in the production capability model - Представлено в моделі виробничих можливостей

Рисунок 1.2 – Інформаційні моделі управління виробничими операціями

Інформаційна модель [4] управління узагальненими операціями також використовується для надання обмінюваної інформації з інших областей керування виробництвом, коли потреби перевищують об'єм тільки виробничої інформації (див. Рисунок 1.3).



Represented in the operations schedule model - Представлено в моделі календарного планування операцій; Represented in the operations performance model - Представлено в моделі виробничих показників операцій; Production schedule - Календарний план виробництва; Maintenance schedule - Календарний план технічного обслуговування; Quality test schedule - Календарний план контролю якості; Inventory schedule - Календарний план (руху) матеріальних запасів; Production performance - Виробничі показники; Maintenance performance - Показники технічного обслуговування; Quality test performance - Показники контролю якості; Inventory performance - Показники (руху) матеріальних запасів; Manufacturing operations management - Управління технологічними операціями; Production operations management - Управління виробничими операціями; Maintenance operations management - Управління операціями технічного обслуговування; Quality operations management - Управління операціями забезпечення якості; Inventory operations management - Управління операціями забезпечення матеріально-виробничими запасами; Product definition - визначення

продукту; Maintenance definition - визначення технічного обслуговування; Quality test definition - визначення контролю якості; Inventory definition - визначення товарно-матеріальних запасів; Production capability - Виробничі можливості; Maintenance capability - Можливості технічного обслуговування; Quality test capability - Можливості контролю якості; Inventory capability - Можливості забезпечення матеріально-виробничими запасами; Represented in the operations definition model - Представлено в моделі визначення операцій; Represented in the operations capability model - Представлено в моделі виробничих можливостей операцій

Рисунок 1.3 – Інформаційні моделі операцій для керування операціями

1.2 Оцінка енергетичної ефективності та інших факторів виробничої системи, що впливає на навколишнє середовище

Серія стандартів ISO 20140 [5] визначає метод оцінки енергетичної ефективності та інших факторів виробничих систем, що впливають на навколишнє середовище, наприклад на енергоспоживання, утилізацію і викид відходів.

Екологічна ефективність виробничої системи істотно впливає на екологічну ефективність продукції, що виготовляється на протязі всього її життєвого циклу. Оцінка екологічної ефективності виробничого процесу в інтелектуальних галузях промисловості вносить істотний внесок в оцінку екологічної ефективності продукції протягом всього її життєвого циклу і отже, в економіку замкнутого циклу.

Агреговані EPE-дані (aggregated EPE data): Чисельне подання впливу на навколишнє середовище, викликаного виробничим процесом та характеризується типом впливу і конкретним робочим режимом.

Ключові показники екологічної ефективності; ЕКРІ-показники (environmental KPI): Ключові виробничі показники, що характеризують екологічну ефективність виробничої діяльності.

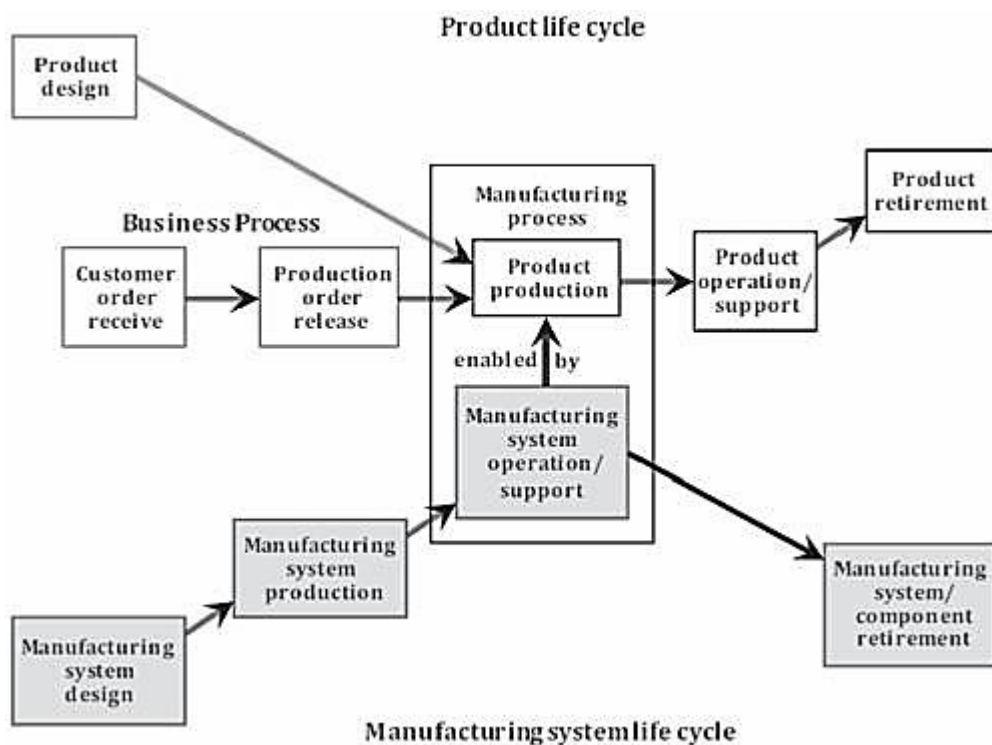
Перетворені EPE-дані (converted EPE data): Набір даних, що представляють чисельне значення конкретного типу впливу на навколишнє середовище виробничого процесу в конкретному робочому режимі з урахуванням складових дій. Для цілей підсумовування окремі елементи представляються в одній формі в одних одиницях виміру.

Виробничий процес виготовлення продукції позиціонується як перетинання життєвого циклу продукції, життєвого циклу виробничої системи та бізнес-процесу (див. рисунок 1.4) [6]. Життєвий цикл продукції та життєвий цикл виробничої системи мають загальні стадії і фази життєвого циклу, відповідно, проектування, створення, експлуатація / функціонування, підтримка та виведення з експлуатації.

Виробництво продукції на промисловому підприємстві може змінюватися в залежності від зміни кількості продукції і / або номенклатури продукції, відповідно

до вимог замовника, при запуску нового виробництва для знову спроектованої продукції, при зміні проекту або конфігурації виробничої системи.

Вплив виробничої системи на навколишнє середовище на промисловому підприємстві може змінюватися в залежності від змін виробництва продукції, технологічних планів виготовлення продукції та планів технологічного контролю в частині поліпшення впливу на навколишнє середовище.



Product life cycle – Життєвий цикл продукції; Product design – Проектування продукції; Business Process – Бізнес процес; Manufacturing process – Виробничий процес; Customer order receive – Отримання замовлення клієнта; Production order release – Отримання замовлення на виробництво; Product production – Виробництво продукції; Product operation / support – Управління / підтримка виготовлення продукції; Product retirement – Зняття продукції з виробництва; Enabled by – Забезпечується; Manufacturing system operation / support – Функціонування / підтримка виробничої системи; Manufacturing system production – Створення виробничої системи; Manufacturing system design – Проектування виробничої системи; Manufacturing system / component retirement – Виведення з експлуатації виробничої системи / її компонентів; Manufacturing system life cycle – Життєвий цикл виробничої системи.

Рисунок 1.4 – Жизненный цикл продукции и жизненный цикл производственной системы

1.3 Показники діяльності. Ключові техніко-економічні показники (KPIs) для управління виробничими операціями

Показник ефективності – це сукупна частина інформації, що дозволяє проводити порівняння характеристик системи з цілями системи. Цей показник можна задавати, використовуючи його найменування, області значень, розмірності або процедуру розрахунку його значень.

Показники ефективності необхідно приводити у відповідність до намічених цілей для порівняння досягнутих показників (індикаторів) з цільовими показниками діяльності (індикаторами). Ці показники також необхідно приводити у відповідність з параметрами рішень, оскільки вони будуть впливати на діяльність всієї організації (керованість). Узгодженість (рисунок 1.5) буде забезпечена лише у тому випадку, якщо показники ефективності будуть допускати перевірку досягнення (верифікацію) наміченої мети і на них будуть впливати параметри рішень.

KPI-показники визначаються як що піддаються кількісній оцінці стратегічних результатів вимірювань, які характеризують найбільш важливі фактори успішної діяльності підприємства, що дуже важливими для розуміння та вдосконалення виробничих показників як з точки зору перспектив створення бережливого виробництва при переробці відходів, так і для досягнення стратегічних корпоративних цілей.



Objectives - Цілі; Consistency - Узгодженість; Performances indicators - Показники ефективності; Decision variables - Параметри рішення

Рисунок 1.5 – Узгодженість трьох базових факторів (цілей, параметрів рішення, показників ефективності)

Використання КРІ-показників стає все більш важливим для досягнення успіху виробників [7, 8, 9]. Ефективність КРІ-показників характеризує, наскільки добре КРІ-показник сприяє створенню цінностей.

Використання ключових техніко-економічних показників або ключових показників діяльності (KPIs) для управління виробничими (технологічними) операціями (МOM) обумовлено можливістю їх застосування на підприємстві для вдосконалення процесів, що беруть участь в створенні доданої вартості продукції, що виготовляється. Вимірювання робочих показників дозволяє підприємству кількісно оцінювати з різних точок зору всі види його діяльності. У комплексі стандартів ISO 22400 особлива увага приділяється показниками діяльності, які необхідні для отримання значущих експлуатаційних характеристик. Значення цих показників можуть визначатися шляхом укрупнення результатів різних вимірювань та формування так званих ключових техніко-економічних показників

(KPI-показників). Безперервний контроль робочих характеристик залежить від поставлених перед підприємством завдань, а KPI-показники найбільш ефективні в тих випадках, коли їх значення можна використовувати для аналізу динаміки змін відповідно до поставлених операційними завданнями.

KPI-показники енергетичного менеджменту в рамках MOM-управління відповідають зазначеним в ISO 50001 та ISO 20140, і доповнюють MOM-показники з точки зору енергоспоживання. KPI-показники енергетичного менеджменту призначені для безпосередньої оцінки енергоспоживання, що приходить на один виробничий підрозділ, на одне замовлення або на кожну одиницю виробленої продукції. Рисунок 1.6 ілюструє підхід і мета визначення енергоспоживання.

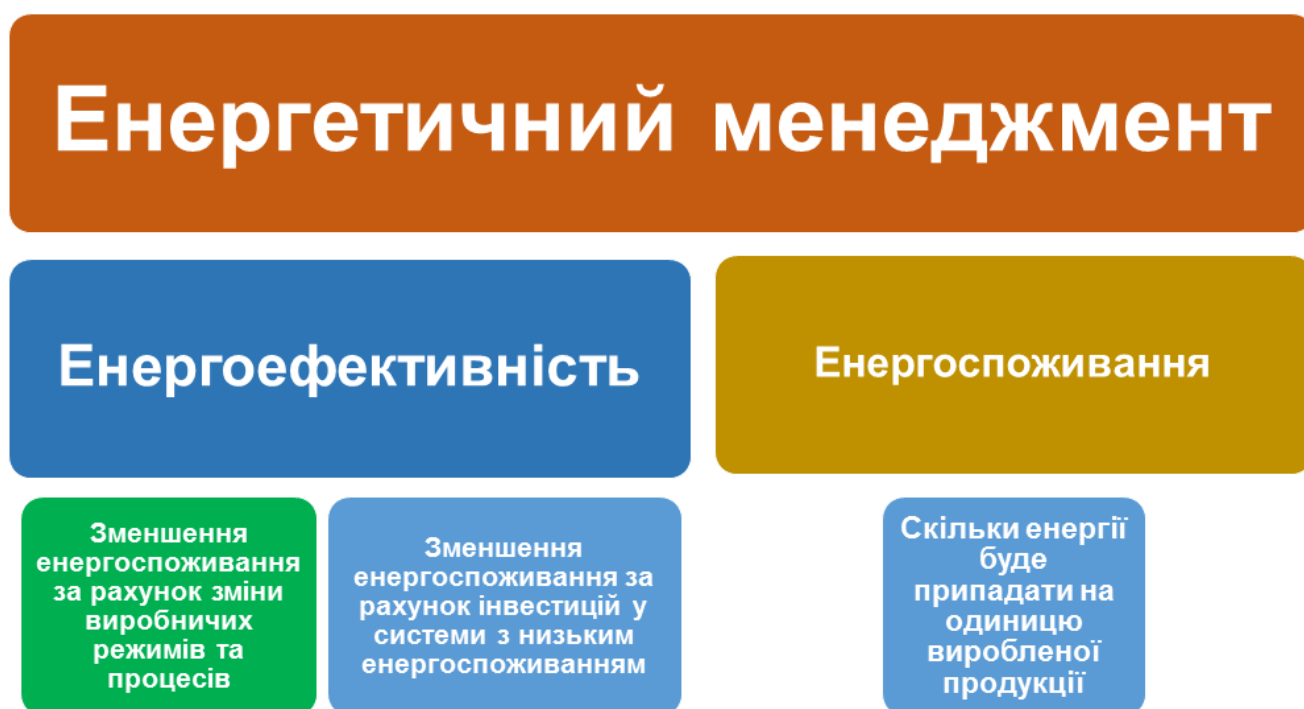


Рисунок 1.6 – Підхід і мета визначення енергоспоживання

Методи вдосконалення виробництва потребують розуміння цілей, для яких потрібно, в першу чергу, управляти набором KPI-показників. Відповідний набір KPI-показників залежить від критеріїв відбору показників для реалізації поставлених цілей. Використання KPI-показників є лише одним з можливих способів підтримки процесів безперервного вдосконалення виробництва (ISO

13053-1.2), оскільки існує багато інших методів, спрямованих на вдосконалення цих процесів.

Висновки

Системи комплексної автоматизації і системи управління, побудовані на основі методів і рішень вдосконаленого управління і оптимізації технологічних процесів (АРС-О-методології), є ключовою частиною виробничих систем підвищеної складності, які призначені для виконання завдань відповідно до графіків виробничого і календарного планування.

Технічне рішення (реалізація) в частині автоматизації, складається з програмних та апаратних засобів різних виробників, що використовуються для реалізації АРС-О-системою всіх своїх функціональних можливостей. Технології промислової автоматизації та АРС-О системи, що включають програмне забезпечення та компоненти апаратних засобів, забезпечуються різними постачальниками. Внаслідок великої різноманітності засобів розробки та проектування, а також вимог, що пред'являються, рішення по автоматизації, запропоновані різними постачальниками, виявляються ізольованими і відносно несумісними, при цьому інтеграція технологій автоматизації сильно ускладнюється. З цієї причини замовники купують різні компоненти технологій автоматизації з надлишковими та дубльованими функціями. Це призводить до неефективності використання ресурсів, обмежує їх інтеоперабельність.

2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ РЕЖИМІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СУКУПНОСТІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗАНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОЕКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВІДПОВІДНОСТІ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ ТА ОБ'ЄКТІВ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВСТАНОВЛЕНИМ ВИМОГАМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

2.1 Зовнішні та внутрішні фактори

Фактори, що впливають на успіх організації, постійно виникають, змінюються, збільшуються або знижуються упродовж низки років, тому уміння пристосовуватися до таких змін дуже важливо для стійкого успіху. Прикладами можуть слугувати соціальна відповідальність, екологічні та культурні фактори додатково до таких як ефективність, якість та гнучкість. Всі ці фактори в сукупності є частиною середовища організації. Здатність досягати стійкого успіху збільшується при вивченні та розумінні керівниками на всіх рівнях мінливого середовища організації. Поліпшення та інновації також сприяють досягненню стійкого успіху. Якістю організації називають ступінь, з якою притаманні організації характеристики задовольняють потребам та очікуванням її споживачів та інших зацікавлених сторін для досягнення стійкого успіху. Визначення того, що необхідно для досягнення стійкого успіху, залишається на розсуд організації.

Ефективний обмін інформацією щодо політики та стратегії, а також відповідних цілей особливо важливий для підтримки стійкого успіху організації. Обмін інформацією повинен бути осмисленим, своєчасним та постійним. В обмін інформацією також слід включати механізм зворотного зв'язку і положення для активного реагування на зміни в середовищі організації. Процес обміну інформацією в рамках організації слід організовувати як вертикально, так і горизонтально і адаптувати до різних потреб отримувачів інформації.

2.2 Категорії виробничої інформації

Виробнича інформація має чотири категорії (див. рисунок 2.1):

- a) Інформація для визначення продукту - що потрібно для отримання кінцевого продукту?
- b) Інформація про виробничі можливості - які ресурси доступні?
- c) Інформація про план виробництва - яке виробництво слід налагоджувати?
- d) Інформація про виробничі показники - який рівень фактичного виробництва слід забезпечити?

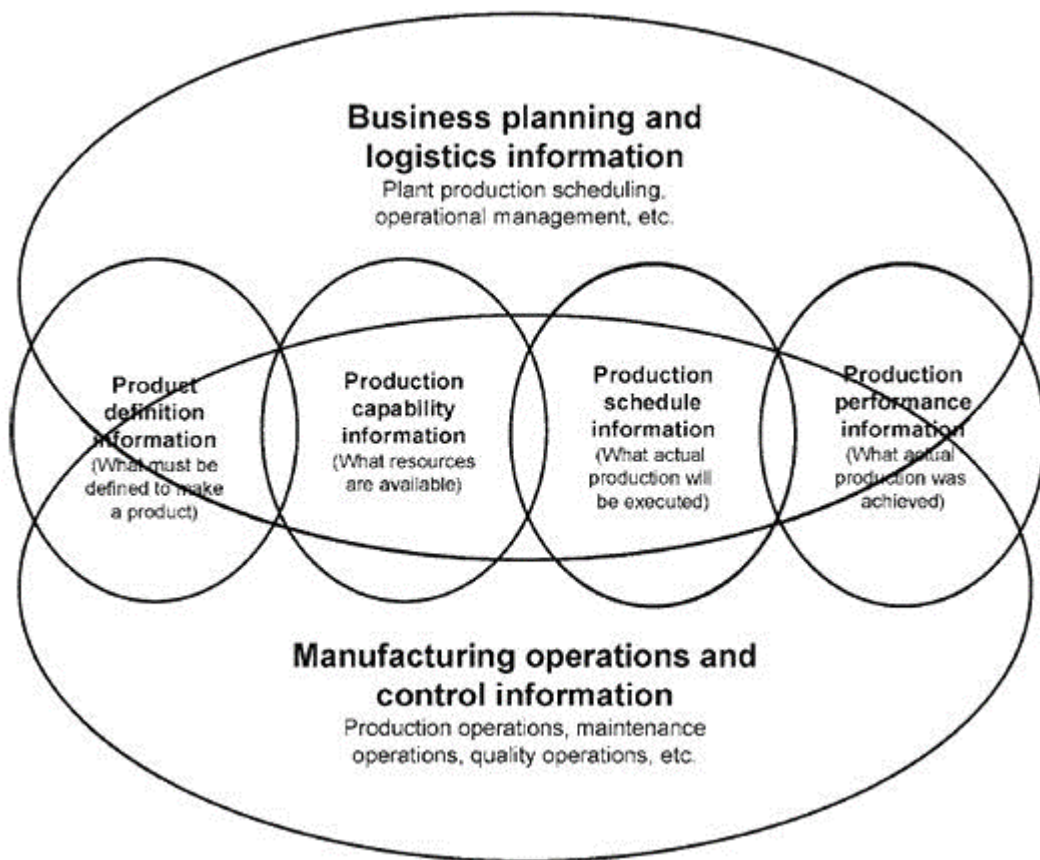


Рисунок 2.1 – Категорії обмінюваної інформації

Сімейство стандартів ISO/IEC19763-1:2015 (Структура метамоделі для взаємодії) (MFI).

2.3 Середовище організації

Розуміння середовища організації – це процес, який визначає фактори, що впливають на здатність організації досягати стійкого успіху. Нижче наведені ключові фактори, які необхідно розглядати при визначенні середовища організації:

- a) зацікавлені сторони;
- b) зовнішні фактори;
- c) внутрішні фактори.

До зацікавлених сторонам відносять сторони, які можуть впливати, перебувають під впливом або вважають, що на них впливають рішення або діяльність організації. Організація повинна визначити відповідні зацікавлені сторони, які можуть бути як зовнішніми, так і внутрішніми, включаючи споживачів, а також можуть впливати на здатність організації досягати стійкого успіху. Метою роботи виробничих підприємств є створення для всіх зацікавлених сторін будь-яких цінностей (фінансових, соціальних, етичних, екологічних та ін.), які будуть задовольняти потреби ринку з точки зору безпеки, раціональності та соціальної відповідальності. Управління процесами створення цінностей передбачає завершення процесів планування та їх постійного вдосконалення.

Організація повинна визначити, які із зацікавлених сторін [3]:

- a) становлять собою ризик для її сталого успіху при незадоволенні їх потреб та очікувань;
- b) можуть надавати можливості для підвищення сталого успіху.

Після визначення відповідних зацікавлених сторін організації необхідно [5]:

- ідентифікувати їх потреби та очікування і визначити ті з них, які повинні бути розглянуті;
- встановити процеси, необхідні для задоволення потреб та очікувань зацікавлених сторін.

Організація повинна вирішити, в який спосіб встановити взаємовідносини з зацікавленими сторонами на постійній основі для отримання таких переваг, як

поліпшення результатів діяльності, загальне розуміння цілей і цінностей і зміцнення стабільності.

Відповідний набір техніко-економічних показників використовують для визначення того, чи були завершені заплановані процеси та реалізовані поставлені завдання. Показники, які вносять найбільший вклад в процесі моніторингу і оцінки поліпшення / погіршення діяльності і називаються КРІ-показниками. КРІ-показники становлять приблизно 20% від усіх техніко-економічних показників, але надають 80% впливу на зміни виробничого процесу.

2.4 Функціональна модель потоків даних

В роботі [6] представлено сучасну умовну модель реалізації концепції введення в обіг нової нехарчової продукції від ідеї до споживача. Ця модель має декілька недоліків в реалізації IoT, зокрема, використання процесів інжинірингу, як додаткової ланки в процесі виробництва (блок 3). Це не дозволяє в повній мірі реалізувати деякі принципи «Індустрії 4.0», а саме [7]:

- функціональну сумісність – не можливість зв'язку за допомогою IoT між кіберфізичною системою (носії деталей, що оброблюються, складальних станцій, тощо), зовнішнім розробником або замовником (блоки 1 або 2) та «розумним» виробництвом;
- децентралізації – не можливість кіберфізичною системою приймати особисті рішення в межах «розумних» виробництв.

Одним з виходів є віртуалізація «розумних» виробництв [2, 4] – наявність цифрового двійника, віртуальної імітаційної моделі виробництва. Це завдання практично вирішено для адитивних технологій (3D-друк) отримання виробів [8, 9]. В той же час, основною технологією обробки типових виробів в машинобудуванні залишається за лезовим обробленням матеріалів [10, 11].

Одним з шляхів вирішення питання застосування IoT для взаємозв'язку між кіберфізичною системою, замовником та «розумним» виробництвом є віртуалізація роботи останніх. Цільова функція оптимізації повинна враховувати

аналіз даних щодо зовнішнього та внутрішнього контексту «розумного» виробництва та вимог замовника.

Сучасний підхід до вирішення завдання вибору оптимальних умов ґрунтується на використанні методів дослідження операцій. Відповідно до цього підходу постановка задачі оптимізації, зокрема [12]: $C^{\min} \rightarrow \min$ – технологічна собівартість, у.г.о. (умовні грошові одиниці); $P_f \rightarrow \max$ – продуктивність, мм²/хв; $T^{\text{cut}} \rightarrow \max$ – період, хв. Це призводить до ситуаційного управління якістю експлуатації.

В роботі запропоновано комплексний показник якості, що визначається за формулою:

$$Q^{\text{LPI}} = \sum_{i=1}^N B_i \cdot Q_i, \quad (1.1)$$

де Q_i – відносний показник якості ЛПІ, що характеризує відношення екстремальне значення критерію оптимальності технологічного процесу до базового значення; B_i – значення коефіцієнта вагомості критеріїв оптимальності технологічного процесу.

Запропоновано як базовий показник критерію оптимальності технологічного процесу, що мають мінімальне значення технологічної собівартості або що вже використовувалися на підприємствах з визначеними режимами обробки для відповідних матеріалів. Значення коефіцієнта вагомості критеріїв оптимальності технологічного процесу визначається наступним чином, $B_i = 1$, якщо цей критерій є превалюючим для даного періоду часу та заданих виробничих умов та $B_i = 0$, якщо він таким не є.

Математичне формулювання задачі з визначення екстремальних значень критеріїв оптимальності технологічного процесу прийме вигляд (4), де T^{cut} – характеризує комплекс властивостей пов'язаних із показниками надійності і довговічності; R_z – шорсткість поверхні деталі після механічної обробки (мм), характеризує комплекс властивостей лезового металорізального інструменту пов'язаних із показниками призначення виробу. Вирішення цієї задачі можливо засобами моделювання.

2.5 Функціональні та часові категорії прийняття рішення

Термины и определения

Виділення ресурсів (allocation): Форма управління координацією робіт, при якій здійснюється виділення ресурсів для конкретної виробничої партії або технологічної установки.

Виробничі ресурси (manufacturing resource): Фізична (логічна) сутність, що сприяє організації виробничого процесу.

Створення висококонкурентної продукції пов'язане з прийняттям обґрунтованих та правильних рішень, що може бути забезпечено застосуванням системного підходу до створення нової продукції і сучасних методів з області теорії прийняття рішень.

Дії щодо прийняття рішень можна класифікувати відповідно за трьома функціональними категоріями в залежності від основних елементів, які з ними пов'язані, а саме: продукція (P), ресурси (R) і час (T). Різні комбінації цих елементів дають наступну класифікацію функцій (див. рисунок 2.2):

- "управління продукцією" (наприклад, готовими виробами, деталями і сировиною). Ця функція зв'язана з управлінням продукцією в часовій області ($P \cap T$). Основні рішення даної категорії зв'язані з номенклатурою, термінами та обсягами продукції, що закуповується, а також з прийнятними рівнями запасів;

- "управління ресурсами" (наприклад, ресурсами в сфері інформаційних технологій і виробництва, а також з трудовими ресурсами). Ця функція зв'язана з управлінням ресурсами в часовій області ($R \cap T$). Основні рішення даної категорії зв'язані з обсягом ресурсів;

- "планування виробництва" (наприклад, розробка укрупненого графіка, цехове планування виробництва і т.п.). Ці рішення пов'язані з плануванням виробництва, що дозволяє синхронізувати потоки продукції (з використанням ресурсів) в тимчасовій області ($P \cap R \cap T$).

Інтеграційна модель ресурсів визначає прилади, комунікаційну мережу, обладнання, людей та матеріали, які задіяні в процесі, що моделюється.

Інтеграційна модель ресурсів також ідентифікує основні інтерфейси між цими ресурсами, що дозволяє їм взаємодіяти і забезпечувати необхідні функції і послуги для підтримки автоматизації і управління процесом.

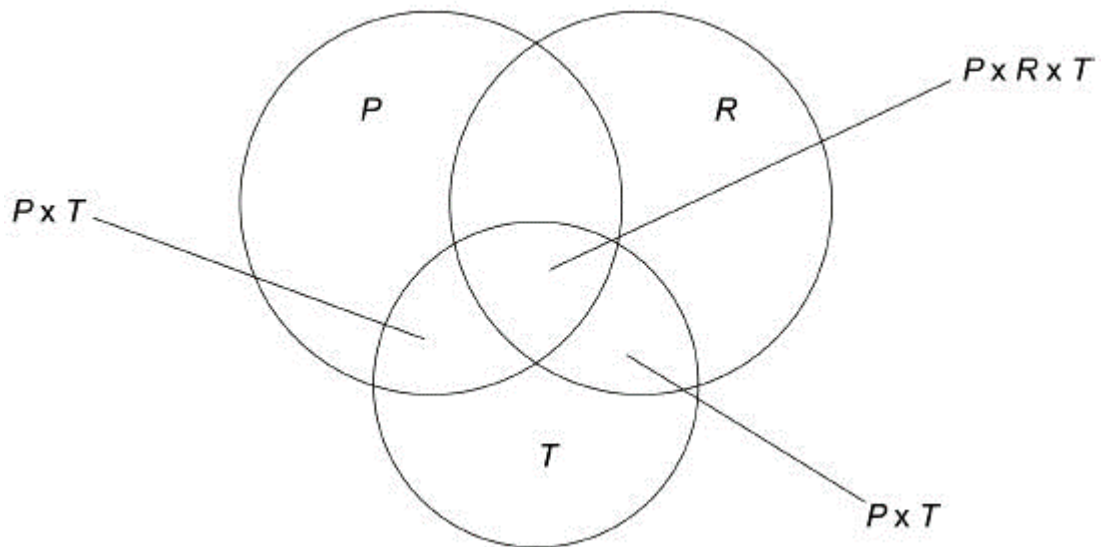
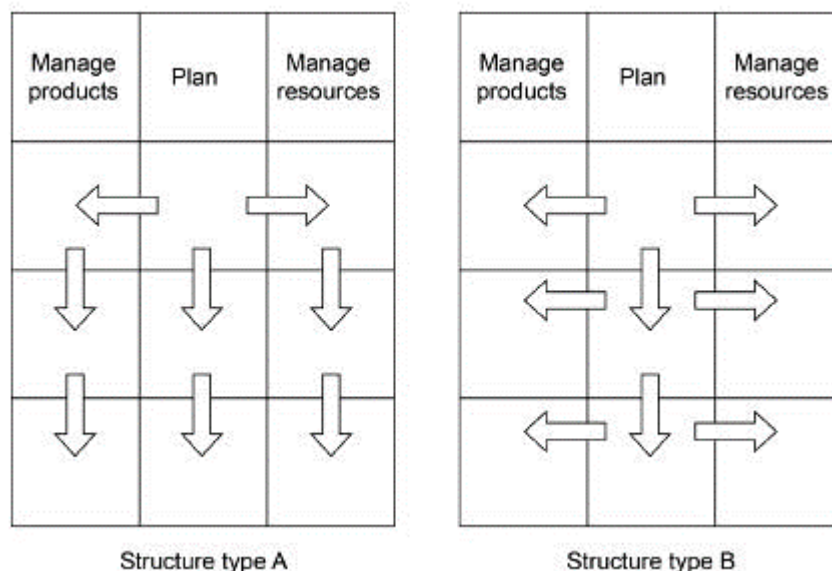


Рисунок 2.2 – Три основні області прийняття рішень

Існують два основних типи структур, визначених зв'язками між рішеннями (областями рішень): типи А і В (рисунок 2.3). Структура типу А характеризує координацію між різними рівнями, а тип В - синхронізацію між різними функціями. Вибір структури залежить від організаційної мети підприємства.



Manage product - Управління продукцією; Plan - Планування виробництва; Manage resources - Управління ресурсами; Structure type - Тип структури

Рисунок 2.3 – Структури зв'язків прийняття рішень

2.6 Інтегрування менеджменту ризику в систему управління відповідно до вимог міжнародних стандартів

Закони ринкових відносин в умовах глобалізації світової економіки вимагають від сучасного бізнесу постійного балансу між максимально можливим задоволенням запитів всіх зацікавлених сторін (акціонерів, інвесторів, споживачів, органів державного управління, суспільства), конкурентним тиском і безумовним дотриманням законодавчих та галузевих вимог. Досягнення і підтримка такого балансу гарантує підприємствам перспективу сталого та успішного розвитку, а тому в більшості випадків є корпоративною метою.

Для його досягнення використовуються стратегічні програми, в тому числі орієнтовані на впровадження стандартизованих вимог, для розробки, підтримки і розвитку формалізованих систем управління, що відповідають вимогам міжнародних стандартів. На цей час більшість організацій знаходяться на різних стадіях впровадження, сертифікації та подальшого розвитку систем управління відповідно до вимог різних міжнародних стандартів, наприклад: ISO 9001, ISO 14001 та OHSAS 18001. Наприклад, в Україні протягом останніх десяти років відзначається стійке зростання організацій (на рівні 15 – 20 % щорічного приросту), які займаються впровадженням систем управління на базі вимог міжнародних стандартів.

Характерною особливістю для значного числа з цих організацій є їх прагнення впровадити в організаціях відразу або послідовно кілька моделей систем управління. В якості найбільш типового прикладу можна розглядати практику розробки системи управління якістю на базі вимог ISO 9001, системи екологічного управління на базі вимог ISO 14001.

Дуже часто ці системи функціонують як незалежні автономні моделі, які орієнтовані на задоволення вимог різних зацікавлених сторін. Однак міжнародна практика незаперечно свідчить, що одночасне функціонування декількох автономних (локальних) систем управління, в більшості випадків, призводить до виникнення ряду системних ризиків, зокрема: а) збільшення витрат на

впровадження та забезпечення функціонування систем управління; б) підвищення рівня бюрократизації; в) дублювання вимог і / або виникнення протиріч між різними локальними системами управління; г) функціональна роз'єднаність систем управління; д) відторгнення з боку персоналу; е) формальне функціонування систем управління без їх реального впровадження в практику роботи організації; ж) різний статус систем управління; к) низька ефективність проведення внутрішніх аудитів.

Як наслідок, перераховані вище ризики неминуче призводять до появи системного дисбалансу і виникнення протиріч між різними системами управління, що супроводжуються погіршенням керованості бізнесом, зниженням мотивації співробітників організації. Це вельми негативно позначається на ефективності функціонування таких систем управління.

При цьому, практично в будь-якому з міжнародних стандартів ISO можна виділити загальні елементи, якими доцільно керувати уніфікованим способом, використовуючи інтегрований підхід. Ця обставина виправдовує бажання об'єднати ці системи в єдину інтегровану систему управління з більшим чи меншим ступенем інтеграції. Кумулятивний ефект від інтеграції загальних вимог до системи управління підприємством дозволить експлуатувати ці системи управління з максимальним ефектом.

Окремо варто визначитися з системою менеджменту ризику, яка повинна бути розроблена так, щоб задовольнити організації, її внутрішнього та зовнішнього контексту. Кожна конкретна галузь або сфера застосування менеджменту ризику має свої окремі потреби, споживачів, сприйняття і критерії. Тому основною особливістю стандарту ISO 31000 є включення «визначення ситуації» як діяльності, що проводиться на початку загального процесу менеджменту ризику. При визначенні ситуації (контексту) необхідно розглядати цілі організації, навколишнє середовище, в якій ці цілі досягаються, зацікавлені сторони та різноманітність критеріїв ризику, все те, що допомагає виявляти і оцінювати характер і складність цих ризиків.

Система заснована на моделі менеджменту якості Демінга – PDCA (Plan, Do, Check, Act) і це об'єднує ISO 31000 з усіма стандартами серії ISO. Щоб система залишалася ефективною, необхідно безперервне поліпшення системи ризик-менеджменту. Відправна точка для поліпшення підходу організації до менеджменту ризику повинна завжди починатися з GAP аналізу (аналіз розривів, метод стратегічного аналізу, за допомогою якого здійснюється пошук кроків для досягнення заданої мети), який бере до уваги характерні елементи системи менеджменту ризику і оцінює, які елементи і процеси присутні в даний час.

Таким чином, застосування стандарту ISO 31000 менеджменту ризику дає можливість організації підтримувати активний менеджмент, покращувати ідентифікацію можливостей і загроз, відповідати відповідним законодавчим та іншим обов'язковим вимогам і міжнародним нормам, зміцнювати довіру зацікавлених сторін, зводити до мінімуму втрати і таким чином успіх менеджменту ризику буде залежати від ефективності системи управління, що забезпечує основи і заходи, які будуть включені на всіх рівнях організації. Система менеджменту ризику, викладена в ISO 31000, не призначена, щоб наказати систему управління, а швидше допомогти організації інтегрувати менеджмент ризику в свою систему управління, тому, організації повинні пристосувати компоненти системи до їх специфічних потреб.

Для впровадження менеджменту ризику відповідно до ISO 31000 рекомендується зробити п'ять кроків: визначення понять ризику і ризик-менеджменту, розробка процесу ризик-менеджменту, системи менеджменту ризику, оцінка зрілості системи менеджменту ризику і розробка плану для старту і збереження розвитку системи.

Дослідження вимог національних Технічних регламентів на засоби вимірювальної техніки, зокрема: 1) Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки затверджений постановою КМУ від 13 січня 2016 р. № 94 та 2) Технічний регламент засобів вимірювальної техніки затверджений постановою КМУ від 24 лютого 2016 р. № 163, вимагають від виробника наявності розробленої технічної документації відповідно, яка повинна

давати змогу проводити оцінювання відповідності засобу вимірювальної техніки відповідним вимогам та містити результати аналізу та оцінки ризиків.

З метою систематизувати уявлення про ризики в 1995 р. був опублікований перший національний австралійсько-новозеландський стандарт з управління ризиками AS/NZS 4360:1995. Цей стандарт розроблений на основі наукових праць і хороших управлінських практик Роберта Моріса, Расселла Галлахера, Дугласа Баро, Джозефа Кеннет Ерроу та інших. AS/NZS 4360:2004 «Risk management», який має загальні рекомендації з управління ризиками для забезпечення вищого керівництва державних, приватних або громадських організацій, груп та окремих осіб чіткої основою для планування і прийняття рішень, точного визначення можливостей і загроз, а також отримання необхідних знань в ситуаціях невизначеності і мінливості. Подальший розвиток робіт зі стандартизації в сфері ризик-менеджменту Міжнародною організацією зі стандартизації ISO призвело до створення єдиної термінології (ISO/IEC Guide 73 «Risk Management – Vocabulary») та загальних керівних принципів з управління ризиками (ISO 31000: 2009 «Risk management – Principles and guidelines »).

З кінця XX століття розвиток стандартизації в області ризик-менеджменту спостерігається як на міжнародному, так і на національному та навіть галузевому рівні. Підтвердженням тому є стандарт (див. табл. 2.1) розроблений Комітетом спонсорських організацій комісії Тредвея (COSO, США), стандарт Федерації європейських асоціацій ризик-менеджерів (FERMA), стандарт з управління ризиками ISO 31000, а також національні стандарти прийняті в державах з англосаксонським правом (Японія, Нова Зеландія і Австралія, Канада, Великобританія та ін.).

Відмітна особливість європейських стандартів COSO – вони обов'язкові до виконання підприємствами, чії акції котируються на Нью-Йоркській фондовій біржі, в той час як FERMA і ISO 31000 носять рекомендаційний характер. Стандарти COSO досить об'ємні і складні для застосування, тому деякі сучасні підприємства використовують за основу

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика стандартів

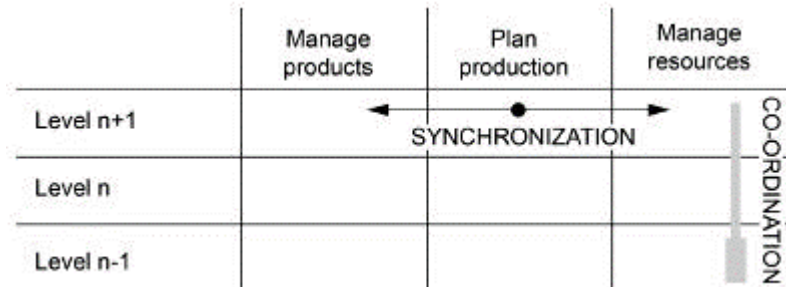
Параметр	ISO 31000	Standard COSO	Standard FERMA
Територіальне поширення	Міжнародний	Європа	США
Мета	Забезпечення міжнародного обміну товарами і послугами, створення інтегрованої системи управління ризиками	Баланс дохідності і ризику	Максимізація прибутковості
Адресат	Вище керівництво і топ-менеджери державних, приватних або громадських підприємств, асоціацій, груп або окремих компаній	Внутрішні аудитори підприємств, акції яких котируються на Нью-Йоркській фондовій біржі	Вище керівництво і топ-менеджери державних, приватних або громадських підприємств, асоціацій, груп або окремих компаній
Поняття ризик	Вплив невизначеності на цілі	Вплив - відхилення від того, що очікується. Події, вплив яких є негативним, які заважають створенню чи ведуть до зниження вартості	Комбінація ймовірності події та її наслідків
Поняття ризик-менеджмент	Скоординовані дії з управління організацією з урахуванням ризику	Процес, здійснюваний радою директорів, менеджерами та іншими співробітниками, який починається при розробці стратегії і зачіпає всю діяльність організації	Процес, завдяки якому організація системно аналізує ризику кожного виду діяльності з метою максимальної ефективності кожного кроку і, відповідно, всієї діяльності в цілому

стандарт FERMA з доповненням основних елементів з COSO. Розглядаючи міжнародний стандарт ISO 31000, варто відзначити його універсальність.

Таким чином, управління ризиками є динамічний вид у сфері менеджменту, що розвивається. Щорічні звіти організації ISO про стан стандартів системи менеджменту в світі не містять інформацію про ризик-менеджменті, тому складно відстежити рівень зрілості системи управління ризиками на сучасних підприємствах. Однак, наявність великої кількості міжнародних, національних, а також галузевих ризик-орієнтованих стандартів, говорить про їх активному використанні і актуальності. Сучасний розвиток стандартів в області ризик-менеджменту веде до переходу від інтуїтивного і фрагментального управління ризиками до комплексного підходу, що обумовлено додатковими обов'язковими національними вимогами до виробників ЗВТ.

2.7 Формальне представлення моделі прийняття рішень

Модель прийняття рішень може бути представлена у вигляді сітки-матриці (grid) (див. рисунок 2.4), рядки якої відповідають рівням прийняття рішень, а стовпці - доменам прийняття рішень (функціям).



Manage product - Управління продукцією; Plan production - Планування виробництва; Manage resources - Управління ресурсами; Synchronization - Синхронізація; Coordination - Координація; Level – Рівень

Рисунок 2.4 – Формальне представлення моделі прийняття рішень

Наступні правила моделювання сформульовані, ґрунтуючись на передовому практичному досвіді застосування методології GRAI:

– модель прийняття рішень повинна містити принаймні три рівні прийняття рішень, а саме довгострокового, середньострокового та короткострокового. У деяких випадках кожен з трьох зазначених рівнів можна розбивати на кілька

підрівнів, наприклад, довгостроковий рівень прийняття рішень може мати два підрівні, які пов'язані відповідно зі стратегіями виробництва і довгостроковим плануванням виробництва;

– модель прийняття рішень повинна містити принаймні три функції, а саме "планування виробництва", "управління ресурсами" та "управління продукцією". Залежно від специфіки розглянутого виробництва в цю модель можна вводити і інші функції, пов'язані з дослідженнями. У деяких випадках функцію "управління ресурсами" можна розбивати на функції "управління трудовими ресурсами" та "управління машинними ресурсами", а функцію "управління продукцією" - на функції "управління закупівлями" та "управління запасами";

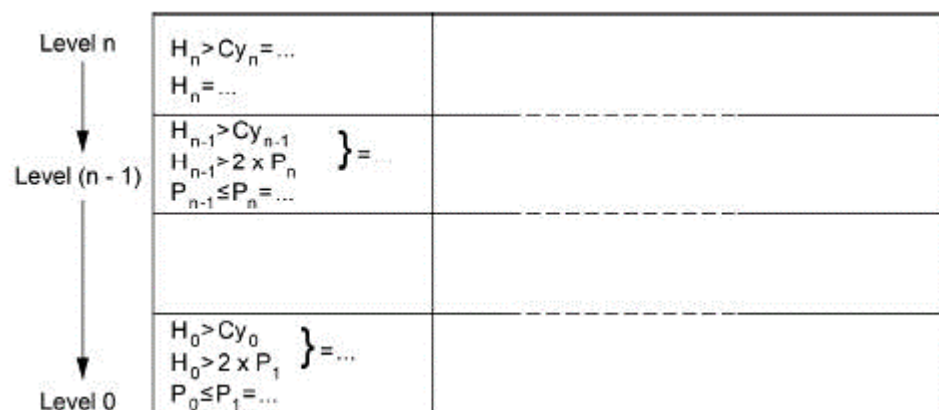
– на заданому рівні прийняття рішень часовий горизонт повинен перевищувати час робочого циклу, яке визначається прийнятим на даному рівні рішенням;

– при заданому рівні прийняття рішень часовий горизонт повинен перевищувати період;

– рівні прийняття рішень необхідно класифікувати в порядку зменшення тимчасових горизонтів і зменшення періодів в рамках рівних часових горизонтів;

– часовий горизонт на рівні $n-1$ повинен принаймні в два рази перевищувати період на рівні n .

Рисунок 2.5 ілюструє зв'язок тимчасової узгодженості з рівнями прийняття рішень, прийнятими при побудові моделі.



Level - Рівень

Рисунок 2.5 – Тимчасова узгодженість між рівнями прийняття рішень

Різні роботи з планування та управління виробництвом розділені на категорії і накладаються на базову структуру системи прийняття рішень.

Еталонна модель прийняття рішень має три основні функції (домену рішень):

- "управління продукцією", яке пов'язане з рішеннями з управління продукцією (сировиною, деталями або складальними вузлами), спрямованими на отримання готових товарів;

- "планування виробництва", яке пов'язане з рішеннями, що стосуються перетворення продукції за допомогою ресурсів. Основною метою цієї функції полягає в управлінні виробництвом шляхом синхронізації рішень, прийнятих за допомогою функцій "управління продукцією" і "управління ресурсами";

- "Управління ресурсами", яке пов'язане з рішеннями, що визначають методи управління ресурсами (трудовими або машинними), а також методи управління виробничими потужностями в залежності від виробничих навантажень.

Організація повинна сприяти підвищенню якості своєї роботи і добиватися сталого успіху за допомогою послідовного задоволення потреб та очікувань зацікавлених сторін на довгостроковій основі. Короткостроковими і середньостроковими цілями слід підтримувати обрану довгострокову стратегію.

У процесі всього життєвого циклу виробництва продукції підприємствам необхідно постійно взаємодіяти із зовнішнім середовищем, що в певній мірі дозволяє скоротити витрати і терміни виробництва.

Організації не слід обмежуватися якістю своєї продукції та послуг, а також потребами і очікуваннями своїх споживачів. Для досягнення стійкого успіху організації слід приділяти значну увагу випередженню та відповідності потребам і очікуванням своїх зацікавлених сторін з метою підвищення їх задоволеності та загального сприйняття. Потреби та очікування одних зацікавлених сторін можуть

відрізнятися, можуть бути узгоджені або суперечити потребам і очікуванням інших зацікавлених сторін, а також швидко змінюватися.

На сьогоднішній день здатність підприємства брати участь в інформаційному обміні з іншими підприємствами або організаціями є вже не тільки конкурентною перевагою, а й обов'язковою умовою для виживання в сучасному бізнес-середовищі, особливо у тому випадку, якщо мова йде про малі і середні підприємства (МСП). Способи вираження та відповідності потребам і очікуванням зацікавлених сторін можуть приймати різних форми, такі як співпраця, переговори, аутсорсинг або припинення діяльності; відповідно при розгляді потреб і очікувань зацікавлених сторін організаціям необхідно враховувати взаємозв'язки між ними.

Інтероперабельність є невід'ємною частиною діяльності підприємства по створенню нової продукції і її виведенню на мережевий ринок. Керівники і власники більшості підприємств вважають, що інтероперабельність сприяє проведенню науково-дослідних робіт та переходу на новий інноваційний рівень, що веде до економічного і професійного зростання [16].

Висновок

Використання ключових техніко-економічних показників або ключових показників діяльності (KPIs) для управління виробничими (технологічними) операціями (МOM) обумовлено можливістю їх застосування на підприємстві для вдосконалення процесів, що беруть участь в створенні доданої вартості продукції, що виготовляється.

Вимірювання робочих характеристик дозволяє підприємству кількісно оцінювати з різних точок зору всі види його діяльності.

Серія міжнародних стандартів ISO 20140 визначає методи оцінки екологічної ефективності (EFE-методи) в частині енергетичної ефективності виробничих систем та інших факторів, наприклад енергоспоживання, утилізації та скидання відходів і т.д., що може чинити серйозний вплив на навколишнє середовище. Розглянутий метод оцінки дозволяє підрахувати витрати енергії виробничої системи і ступінь її впливу на навколишнє середовище. Серія стандартів ISO 20140 встановлює систематичну оцінку екологічної ефективності шляхом аналізу виробничих можливостей виробничих систем.

З МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ РЕЖИМІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СУКУПНОСТІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗАНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОЕКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВІДПОВІДНОСТІ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ ТА ОБ'ЄКТІВ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВСТАНОВЛЕНИМ ВИМОГАМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Терміни та визначення

У стандартах ISO 11354-1 і ISO 11354-2 використовуються наступні терміни з відповідними визначеннями:

Підприємство (enterprise): Одна або більше організацій, перед якими стоять певні місія, цілі та завдання для пропозиції в якості результату продукції або послуг.

Цей термін також відноситься до таких пов'язаних понять, як широке бізнес-партнерство (об'єднане виробництвом будь-яких продуктів) або віртуальне підприємство.

Взаємодія підприємств (enterprise interoperation): Взаємозв'язок між суб'єктами господарювання.

Інтероперабельність (interoperability) – здатність двох або більше інформаційних систем або компонентів до обміну інформацією і до використання інформації, отриманої в результаті обміну.

Інтероперабельність, функціональна сумісність (підприємств) (enterprise interoperability): Здатність підприємств або їх структурних одиниць (об'єктів) встановлювати та здійснювати ефективний зв'язок і взаємодію.

3.1 Вимоги до встановлення інтероперабельності процесів промислових підприємств

Інтероперабельність відіграє значиму роль при створенні систем промислової автоматизації та їх інтеграції і, поряд з властивістю переносимості, є найважливішою складовою поняття "відкриті системи". В даний час все більша увага приділяється саме питанням забезпечення інтероперабельності для

інформаційних систем різного масштабу (від наносистем до "системи систем") та інформаційних систем (ІС) різних областей призначення.

Інтероперабельність набуває все більшого значення, в першу чергу тому, що сьогодні практично жодна сфера життя (державне управління, охорона здоров'я, освіта, наука, бізнес та ін.) не обходиться без використання інформаційно-комунікаційних технологій.

Можна констатувати, що забезпечення інтероперабельності є однією з головних підвалин формування та розвитку інформаційного суспільства.

Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та насичення усіх сфер діяльності різними засобами обчислювальної техніки призвели до створення гетерогенного середовища, в якому різномірні інформаційні системи (компоненти) повинні взаємодіяти один з одним, причому рівень гетерогенності середовища постійно зростає. Основним способом вирішення проблеми інтероперабельності або "прозорості" гетерогенного середовища виступає послідовне застосування принципів відкритих систем та методології функціональної стандартизації.

Інтероперабельність вважається значущою, якщо взаємодія між підприємствами буде здійснюватися по Принаймні в одній із зазначених вище областей: бізнес, послуги, процеси та дані.

Поняття інтероперабельності підприємств пов'язано із здатністю одних підприємств (або їх частини) взаємодіяти з іншими підприємствами (або з іншими підрозділами того ж підприємства) шляхом інформаційного обміну та обміну такими активами, як матеріальні об'єкти, енергія і т.д.

Дані використовуються при наданні послуг у процесах здійснення комерційної діяльності підприємства. У той же час успіх підприємства пов'язаний із ефективністю здійснення комерційної діяльності, яка реалізується за допомогою процесів. Процеси, в свою чергу, використовують послуги, які також потребують даних.

Інтероперабельність при цьому розглядають, як необхідну підтримку, що забезпечує бізнес-співпрацю, проте функціональна сумісність є лише засобом, а

не самою співпрацею. Інтероперабельність підприємства - це сумісність за принципом "або все, або нічого". Існують різні ступені і види функціональної сумісності підприємств.

Сьогодні інтероперабельність підприємства ще не отримала достатнього розвитку в як один з напрямів інжинірингу, і тому як і раніше не існує повної ясності, як її застосовувати для окремих секторів і галузей промисловості.

Такий стан справ призводить до комунікаційних труднощів та нерозуміння. При інформаційному обміні між підприємствами часто трапляються збої і причиною цього може бути множина факторів.

Базові принципи та моделі, зв'язані з інтероперабельністю ґрунтуються на таких трьох розмірностях (вимірюваннях):

- область (об'єкти) інтероперабельності;
- бар'єри інтероперабельності;
- підходи до інтероперабельності.

Об'єкт (область) інтероперабельності (interoperability concern): Особливості взаємодії або інтероперабельності, які становлять цікавість для зацікавлених сторін на підприємстві.

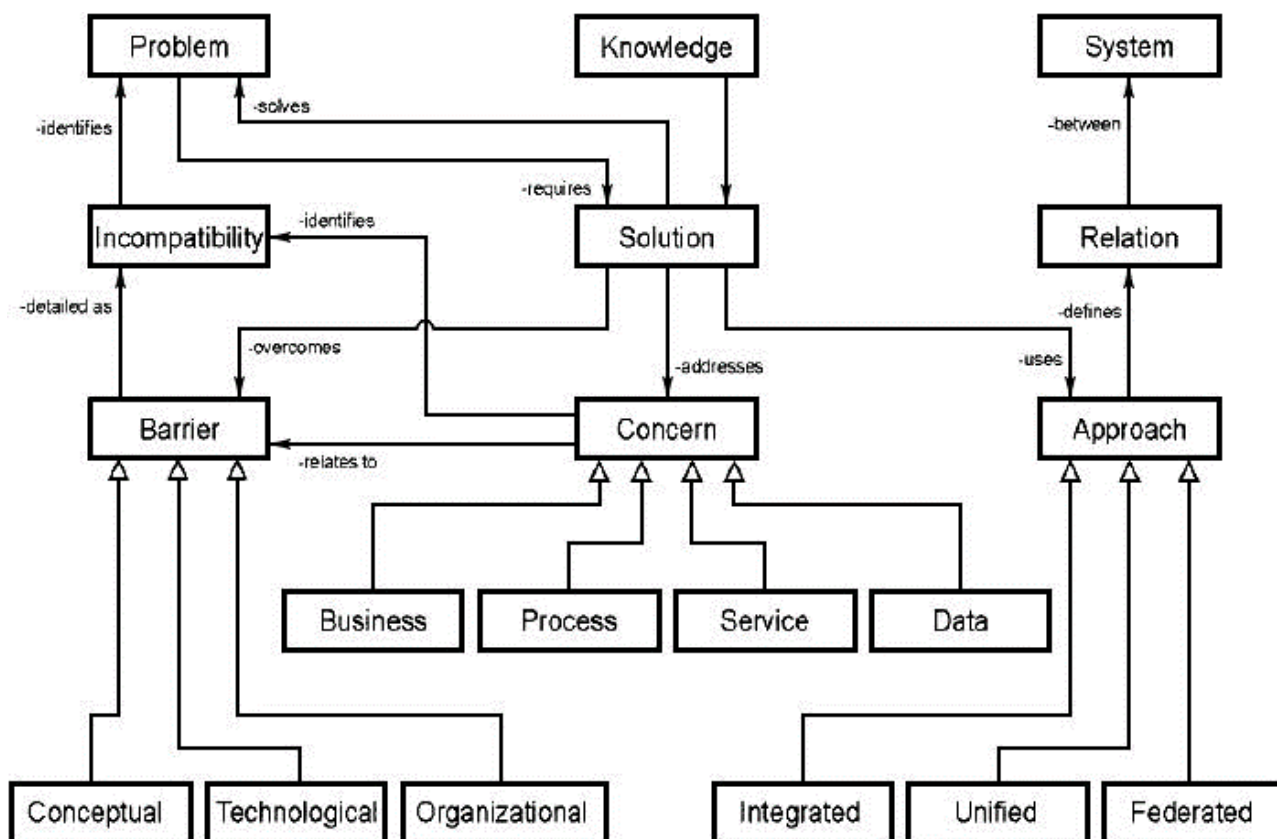
Підхід до інтероперабельності (interoperability approach): Спосіб, за допомогою якого вирішуються проблеми, пов'язані з інтероперабельністю, а також усуваються бар'єри для неї.

Бар'єри інтероперабельності є важливим аспектом.

Бар'єри інтероперабельності (interoperability barrier): Неможливість спільної роботи структурних одиниць всередині одного підприємства, яка робить неможливим обмін інформацією між ними та з іншими підприємствами, використання служб або загального розуміння сенсу елементів, якими обмінюються.

Стандарт ISO 11354-1 встановлює три категорії бар'єрів інтероперабельності, а саме: *концептуальний, технологічний і організаційний*. Бар'єри інтероперабельності мають бути класифіковані у стандартизований

спосіб, з тим щоб зв'язати наявні знання та рішення у цій галузі для полегшення інтегруєбельності на промислових підприємствах. Високий рівень взаємодії не може бути досягнутий без витрат; він, як правило, є дорогим і трудомістким. Кожне підприємство повинне визначити свої вимоги до інтегруєбельності і рівню зрілості, які необхідно досягти. Рисунок 3.1 ілюструє концептуальну модель базових принципів інтегруєбельності підприємств.



Problem - Проблема; Identifies - Визначає; Incompatibility - Несумісність; Detailed as - Деталізований як; Barrier - Бар'єр; Conceptual - Концептуальний; Solves - Розв'язує; Overcomes - Долає; Relates to - Пов'язаний з; Business - Бізнес; Technological - Технологічний; Process - Процес; Requires - Вимагає; Knowledge - Знання; Solution - Рішення; Addresses - Адресує; Service - Послуга; Integrated - Інтегрований; Data - Дані; Unified - Уніфікований; System - Система; Between - Між; Relation - Взаємозв'язки; Defines - Визначає; Uses - Використовує; Approach - Підхід; Federated - Узагальнений; Organizational - організаційний; Concern - Проблемна сфера.

Рисунок 3.1 – Концептуальна модель інтегруєбельності підприємства

Підхід до інтероперабельності визначає взаємозв'язки систем, що взаємодіють.

3.2 Системний підхід реалізації сукупності взаємозв'язаних процесів проектування, виготовлення та експлуатації при забезпеченні відповідності складних виробів та об'єктів військової техніки встановленим вимогам життєвого циклу

Існує широке коло систем, що відрізняються з точки зору призначення, області застосування, складності, масштабу, новизни, адаптованості, кількісних характеристик, місця розташування, фрагмента часу життя і еволюції. Системи можуть формуватися з апаратних засобів, програмних засобів, даних, осіб, процесів (наприклад, процесів для надання послуги користувачам), процедур (наприклад, інструкцій оператору), послуг, матеріалів та сутностей, що природно виникають. Згідно з уявленнями користувача вони розглядаються як продукти або послуги.

Передбачається, що прості системи спроможні опрацьовувати тільки "фізичні" потоки, наприклад потоки матеріалів та енергії, проте при зростанні складності систем частина їх діяльності буде займати обробка інформації, яка необхідна для управління власною поведінкою системи. Обробка інформації передбачає існування моделі, що використовує ті впливу з навколишнього середовища або сигнали з "фізичної" частини системи, які піддаються інтерпретації.

Складність штучних систем досягла безпрецедентного рівня. Це відкрило нові можливості і в той же час призвело до ускладнення проблем для організацій, які створюють і використовують такі системи. Щоб допомогти управлінню складними системами, з якими зіткнулися зацікавлені сторони, все частіше застосовуються поняття, принципи і процедури процесу архітектурізації.

У даний час об'єкти машинобудування (вироби) та об'єкти військової техніки, як правило, є складними, тому говорять про складні технічні системи (СТС).

Система систем (СС) є системою, що розглядається, елементи якої є самостійними системами.

3.2.1 Системні поняття

Архітектура – фундаментальна організація системи, реалізована в її компонентах, їх взаємозв'язках один з одним і з навколишнім середовищем, а також керівні правила проектування та розвитку системи.

Інтегрована система (integrated system) – система, в якій усі вхідні в неї підсистеми працюють за єдиним алгоритмом, тобто має єдину точку управління.

Інтероперабельності система (interoperable system): Система, в якій входять до неї підсистеми працюють з незалежних алгоритмам, не мають єдиної точки управління, все управління визначається єдиним набором стандартів - профілем інтероперабельності.

Процес архітектурізації (architecting): Процес розуміння, визначення, виразу, документування, взаємодії, що відповідає сертифікації при реалізації, супроводі та поліпшенні архітектури в життєвому циклі системи.

Складна технічна система (СТС) – багатофункціональна та багатокомпонентна система, що включає три спільно діючих компонента - комплекс технічних засобів (КТЗ), програмне забезпечення (ПЗ) і оперативний персонал (ОП).

Система яка забезпечує (enabling system): Система, що слугує доповненням до даної системи протягом стадій її життєвого циклу, але необов'язково вносить безпосередній внесок в її функціонування.

Об'єктно-процесуальна методологія (Object-Process Methodology; OP3): Формальна мова та метод визначення складних, багатопрофільних систем за допомогою єдиної функціональної структурної поведінкової уніфікованої моделі, яка використовує бімодальне графічно-текстове представлення об'єктів в системі та їх перетворення або їх використання в процесах [10].

Функціональна підсистема (ФПС) - група елементів багатоеlementної та багатофункціональної системи, яка виділяється з повного складу її елементів за ознакою участі у виконанні деякої функції системи (рисунок 3.2).

Програмне забезпечення комп'ютерного моделювання ПЗ КМ: Програми, що виконують математичні розрахунки, та програми, що призначені для підготовки вихідних даних, обробки результатів розрахунку, а також інші допоміжні програми.



Рисунок 3.2 – Функціональні підсистеми

Стандарт ІЕС 81346-1: 2009, опублікований спільно ІЕС та ІSO, встановлює загальні принципи структурування систем, включаючи структурування інформації про системи. На основі цих принципів даються правила та вказівки щодо формулювання однозначних опорних позначень об'єктів у будь-якій системі. Позначення посилення ідентифікує об'єкти з метою створення та отримання інформації про об'єкт, а також, де реалізовано, про його відповідний компонент.

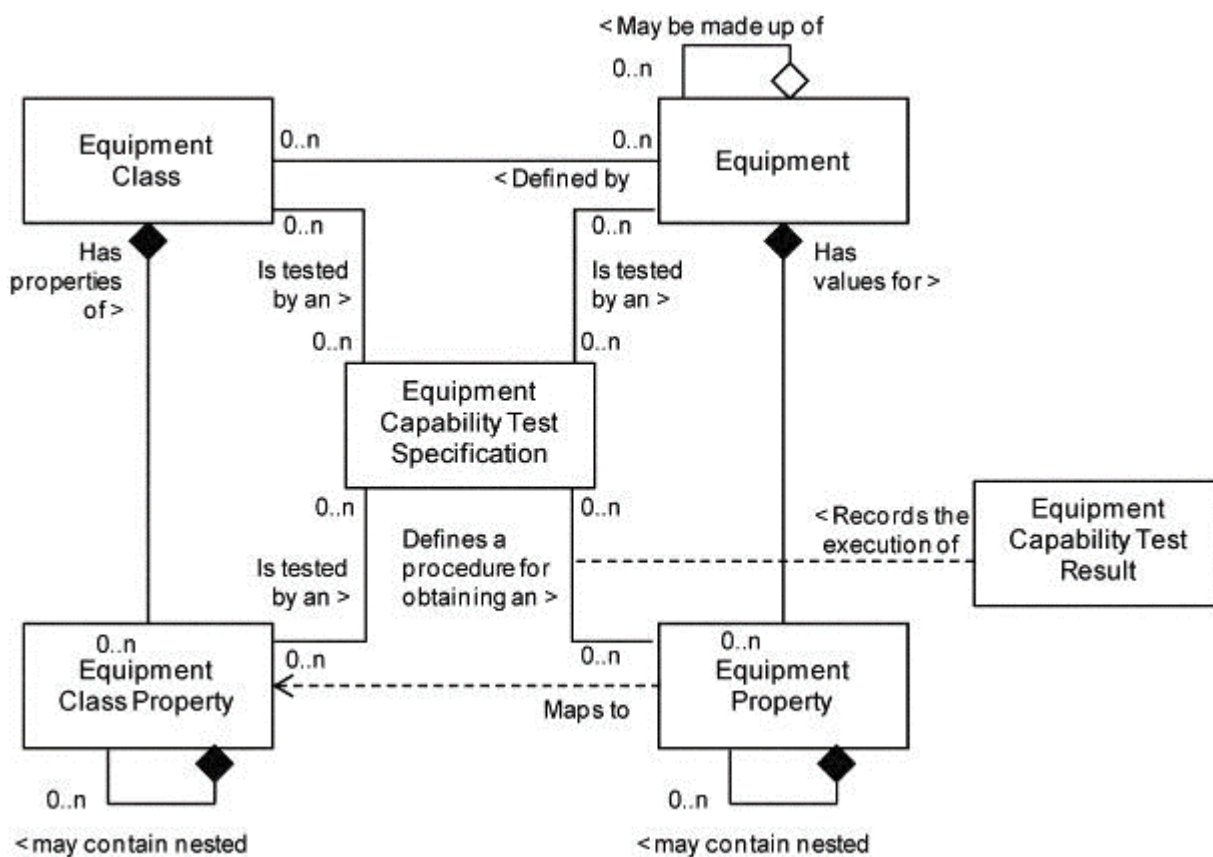
Системи, які створені людиною бути конфігуровані з одного або більше наступних компонентів: апаратних і програмних засобів, даних, людей, процесів (наприклад, процесів для забезпечення послуг користувачам), процедур

(наприклад, інструкцій оператора), обладнання, матеріалів і природно утворюються сутностей.

Стандарт ISO / IEC 11179-1:2015 [11] застосовується до формулювання подань даних, концепцій, значень та взаємозв'язків, якими мають ділитися люди та машини, незалежно від організації, яка виробляє дані.

Високоякісне програмне забезпечення та програмні обчислювальні системи мають важливе для зацікавлених сторін значення у виробництві матеріальних цінностей та запобігання можливих негативних наслідків.

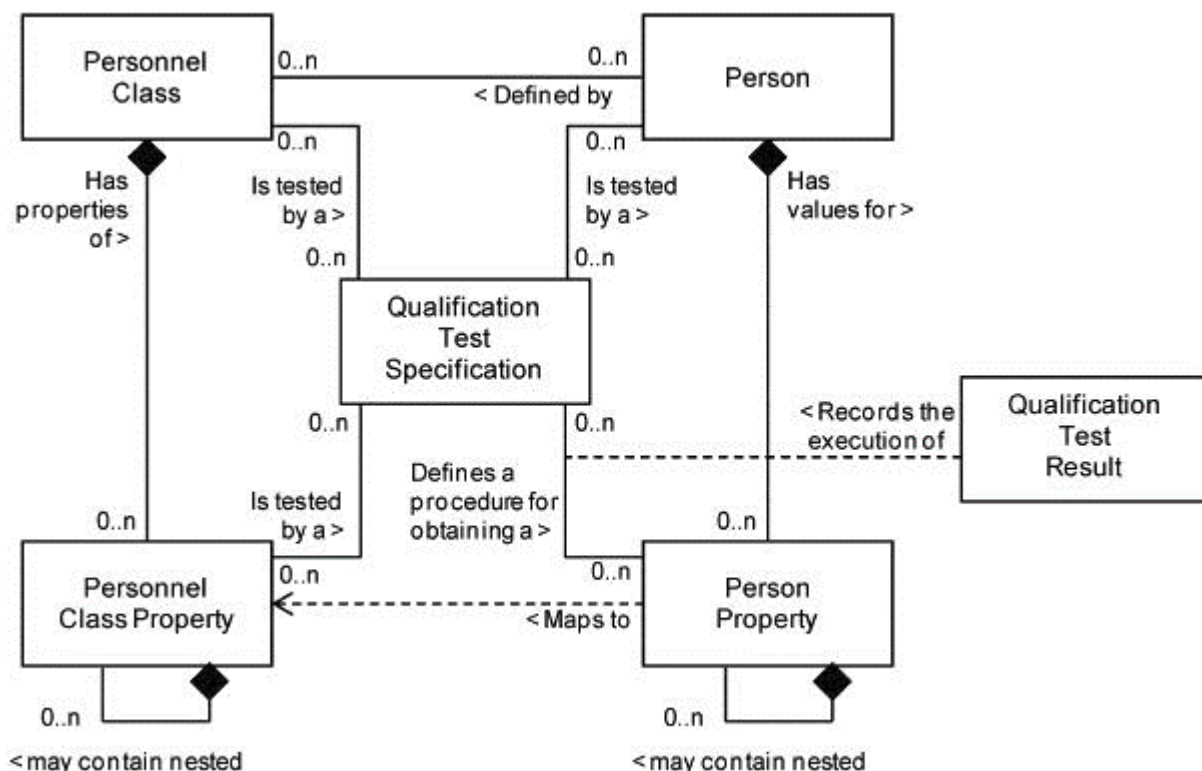
Модель комплексу технічних засобів [20], яка приведена на рисунку 3.3, містить інформацію про конкретне обладнанні, класи обладнання, перевірку функціональних можливостей обладнання. Обладнання, що використовується на підприємстві, можна представити у вигляді ієрархічної структури (як це визначено відповідно до IEC 62264-1:2013). До рівнями ієрархії відносяться підприємство в цілому, виробнича площадка, виробнича дільниця, робочий центр, робоча операція та саме устаткування, яке використовується у виробничому процесі.



<May be made up of - Може бути складений з ...; Equipment Class - Клас обладнання; <Defined by - Визначено через ...; Equipment - Обладнання; Has properties of> - Має такі властивості; Is tested by an> - Тестований за допомогою ...; Has values for> - Має значення для ...; Equipment Capability Test Specification - Специфікація випробувань можливостей обладнання; Equipment Class Property - Властивість класу обладнання; Defines a procedure for obtaining an> - Визначає процедуру отримання ...; <Records the execution of - Реєструє виконання ...; Equipment Capability Test Result - Результати випробувань можливостей обладнання; Maps to - Показує на ...; Equipment Property - Властивість обладнання; <May contain nested - Може містити вкладені ...

Рисунок 3.3 – Модель комплексу технічних засобів

Модель персоналу [21], показана на рисунку 3.4, містить інформацію про конкретний персонал, класах персоналу та кваліфікації персоналу.



Personnel Class - Клас персоналу; <Defined by - Визначено за допомогою ...; Person - Фізична особа; Has properties of> - Має властивості ...; Is tested by a> - Перевірено за допомогою ...; Has values for> - Має значення для ...; Qualification

Test Specification - Специфікація кваліфікаційних вимог; <Records the execution of
 - Реєструє виконання ...; Qualification Test Result - Результат кваліфікаційного
 тесту; Defines a procedure for obtaining a> - Визначає процедуру отримання ...;
 Personnel Class Property - Властивість класу персоналу; <Maps to - Відображається
 на ...; Person Property - Властивість фізичної особи; <May contain nested - Може
 мати вкладені

Рисунок 3.4 – Модель оперативного персоналу

3.2.2 Структура системи

Опис архітектури [12] використовуються сторонами, які створюють, застосовують сучасні системи і управляють ними, для поліпшення зв'язку та співпраці, дозволяючи їм працювати інтегрованим послідовним чином. Структури архітектури і мови опису архітектури створюються як активи, які систематизують угоди та загальні методи процесу архітектурізації і опису архітектур в межах різних спільнот і областей застосування. Відносини між системою і її повною множиною системних елементів можуть представлятися у виді ієрархії найпростіших елементів, які відносяться до даної системи (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Структура досліджуваної системи

Для більш складної системи передбачуваний системний елемент може бути самостійно розглянутий як система (яка в свою чергу складається з системних елементів). Повна множина системних елементів може бути з упевненістю визначено, як показано на рисунку 3.5.

Відносини між послугами, що надаються в експлуатаційному середовищі даної системи, та послугами, що надаються системами, які забезпечують функціонування даної системи, показані на рисунку 1.14. Надання можливостей з боку системи яка забезпечує функціонування опосередковано сприяє послугам, що надаються розглянутої системою. Взаємозв'язки між розглянутою системою і системами які забезпечують функціонування можуть бути двонаправленими або односторонніми.

Під час взаємодії з системами які забезпечують функціонування, система, що розглядається може також взаємодіяти з іншими системами в експлуатаційному середовищі (такі системи позначені, як А, В і С). Вимоги для взаємодій з системами, які забезпечують для систем їх функціонування та іншими системами в експлуатаційному середовищі повинні бути включені до вимог для даної системи.

Системна середовище має становити сукупність об'єктів, які можуть перебувати поза системою, але взаємодіяти з нею, можливо, змінюючи саму систему та її оточення. На стадіях життєвого циклу відповідні системи які забезпечують функціонування і розглянута враховуються спільно (рисунок 1.20). Так як ці системи є взаємозалежними, вони також можуть бути розглянуті як одна система. Якщо відповідної системи яка забезпечує функціонування не існує, проект, що є відповідальним за дану систему яка розглядається, може також бути безпосередньо відповідальним за створення і використання системи яка забезпечує функціонування. Створення системи яка забезпечує функціонування може розглядатися як окремий проект і пізніше як інша система що розглядається.

Властивості системи у цілому не є сукупністю всіх властивостей взаємопов'язаних об'єктів з її складу. Складні системи є нелінійними. Для їх опису використовуються нелінійні математичні рівняння, тобто рівняння, в яких шукані

величини входять в ступенях більше одиниці, в складі математичних функцій (тригонометричних, логарифмічних і т.п.) або коефіцієнти залежать від властивостей середовища і особливостей протікання процесу. Нелінійні рівняння можуть мати кілька якісно різних рішень. Фізично це означає можливість різних шляхів еволюції системи.

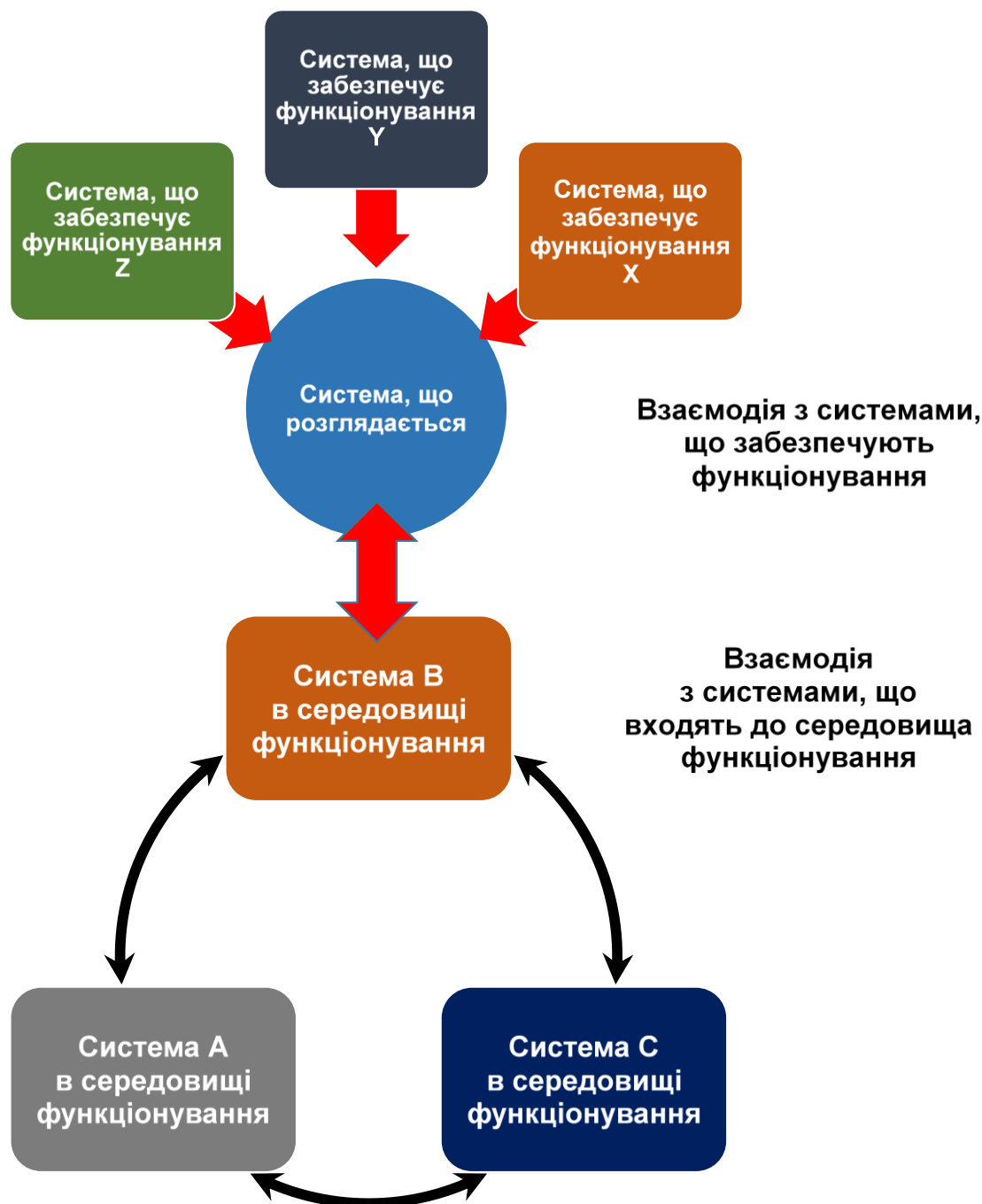


Рисунок 3.6 – Система що розглядається, її експлуатаційне середовище та системи, які забезпечують її функціонування

Поведінку системи, в якій відбувається самоорганізація, зручно розглядати за допомогою біфуркаційної діаграми. По осі абсцис діаграми відкладається значення керуючого параметра, який характеризує вплив, що виводить систему з рівноважного стану, а по осі ординат - параметр порядку, що описує стан системи і чутливий до виникнення в ній структури. Кожна система має життєвий цикл. В такий само спосіб рекурсивно застосовуються до даної системи і відповідні процеси життєвого циклу системи, щоб привести її структуру до такого поданням, коли свідомі і керовані системні елементи можуть бути реалізовані іншою стороною (виготовлені, придбані або повторно використовувані).

Методологія цифровий трансформації діяльності СТС здійснюється з проведенням оцінки очікуваної економічної, технологічної, соціальної та культурної ефективності. Вона складається з наступних частин, кожна з яких може і повинна реалізовуватися як самостійна програма дій або етап трансформації:

а) кожна соціотехніческая система може існувати тільки у результаті реалізації її стратегіями, тобто набору стратегічних цілей, що представляють собою як сенс існування самої системи, так і соціально значущий результат, затребуваний зовнішнім середовищем. Реалізація стратегіями СТС досягається у результаті сукупності дій, інтегрованих і об'єднаних в наскрізному процесі діяльності та його оточенні допоміжними та макропроцесами. Таким чином, першим завданням є формування адекватного ландшафту стратегічних цілей СТС, де кожна мета повинна бути оцінена як мінімум в п'яти координатах (час, метрики, ресурси, конкретність, реалістичність / значимість);

б) кожна мета з стратегіями системи повинна бути декомпозована до рівня завдання, яка має для свого розв'язання необхідні та відповідні матеріальні й інформаційні ресурси, таким чином, декларована стратегічна мета СТС повинна бути синхронізована з наскрізним процесом діяльності і якщо є стратегічна мета вищого рівня (не декларований), то і вона повинна бути синхронізована з наступними рівнями ландшафту цілей (повинна бути розглянута дуплексна синхронізація "від мети до дії" і навпаки);

в) будь-яке завдання має рішення тоді і тільки тоді, коли воно забезпечене адекватним процесом спрямованого набору дій / стандартів, при цьому кожна дія має бути підтверджено відповідними технологічними, матеріальними, інформаційними, знання ємними та людськими ресурсами;

г) будь-який відповідний процес, що приводить до отримання однозначного результату, значущого для існування даної СТС, валідний, верифікуємий та управляємий тоді, коли він має однозначне опис, що дозволяє відтворити його повністю або по сукупності частин з досягненням адекватного результату;

3.3 Менеджмент процесів

3.3.1 Визначення процесів

Рисунок 3.7 ілюструє приклад входів та виходів (вихідних результатів) процесів ЖЦ в системній інженерії. Входи можуть бути або перетворені до бажаним вихідним результатами або можуть забезпечувати чи керувати таким перетворенням. Кожна множина цих входів та виходів процесу повинна бути визначена і керована.

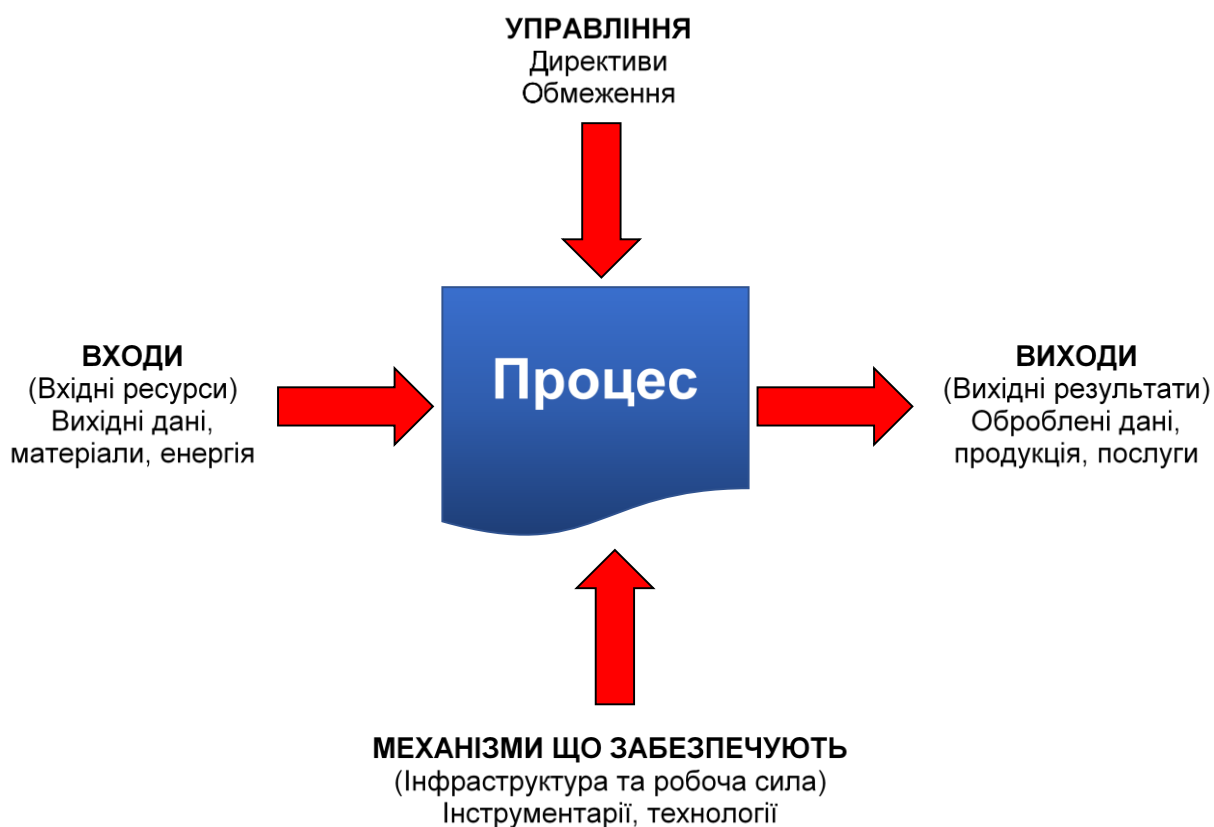


Рисунок 3.7 – Приклад входів та виходів процесів ЖЦ

3.3.2 Чисельне моделювання динамічних робочих процесів в складних технічних системах

Процес повинен бути сутністю, яка здатна перетворювати один або кілька об'єктів. При цьому перетворенням може бути формування (конструювання, створення), дія або споживання (руйнування, знищення). Процес повинен мати позитивне значення для часу виконання операцій.

Архітектура чисельного моделювання робочих процесів в складних технічних системах визначає основні модулі, процеси, процедури і функції, їх ієрархію, взаємозв'язок, способи реалізації необхідних характеристик наскрізного процесу, зовнішні впливи та завдання оптимізаційного пошуку відповідно до заданих критеріїв ефективності. У разі коли в результаті вибору і дії протилежно спрямованих критеріїв оптимізації оптимальне рішення не може бути знайдено, необхідний пошук максимально гармонізованого рішення, що дозволяє врахувати кожен обраний критерій незалежно від порядку їх застосування і знайти рішення за встановлений час з використанням обраних програмних засобів (обчислювальних ресурсів).

Динамічний процес в складній технічній системі (dynamic process in sociotechnical system): Динамічна модель бізнес-процесу - відображення зміни інформаційного потоку, що характеризує стан / властивості речовини / інформації в результаті цілеспрямованої послідовної переробки останнього з контролем рівня інформаційної ентропії.

3.3.3 Управління процесами життєвого циклу складних технічних систем

Терміни та визначення

Процес виробництва партії виробів; процес серійного виробництва (batch process): Технологічний процес виготовлення кінцевої кількості матеріалу, що складається з обробки деякої кількості вхідних матеріалів і використання відповідного набору виробничих процесів протягом кінцевого періоду часу, а також однієї або декількох одиниць обладнання.

Технологічна операція; технологічний процес (process operation): Основні виробничі дії, що призводять до хімічного або фізичної зміни матеріалу, що обробляється і не пов'язані з фактичною цільовою конфігурацією обладнання.

Міжнародні стандарти з питань життєвого циклу систем і програмних засобів розглядаються в рамках технічного комітету ISO/IEC JTC 1/SC 7/WG 7. Оцінка можливостей процесу здійснюється в рамках ISO/IEC JTC 1/SC 7/WG 10.

Стандарт ISO / IEC / IEEE 15288: 2015 встановлює загальну основу для опису процесів життєвого циклу систем, створених людиною. Він визначає набір процесів та пов'язану з ними термінологію з інженерної точки зору. Ці процеси можуть застосовуватися на будь-якому рівні ієрархії структури системи. Вибрані набори цих процесів можуть застосовуватися протягом усього життєвого циклу для управління та виконання етапів життєвого циклу системи. Це досягається залученням усіх зацікавлених сторін з кінцевою метою досягнення задоволеності споживачів.

ISO / IEC / IEEE 15288: 2015 також забезпечує процеси, що підтримують визначення, контроль та вдосконалення процесів життєвого циклу системи, що використовуються в організації або проекті. Організації та проекти можуть використовувати ці процеси при придбанні та постачанні систем.

ISO / IEC / IEEE 15288: 2015 стосується тих систем, які створені людиною і можуть бути сконфігуровані з одним або кількома з таких системних елементів: апаратне забезпечення, програмне забезпечення, дані, люди, процеси (наприклад, процеси надання послуг користувачам), процедури (наприклад, інструкції оператора), обладнання, матеріали та природні об'єкти.

Стандарт IEC 60300-3-3:2017 встановлює загальні принципи концепції калькуляції витрат життєвого циклу та охоплює всі застосування. Хоча витрати, понесені протягом життєвого циклу, складаються з багатьох допоміжних елементів, цей документ особливо висвітлює витрати, пов'язані з надійністю товару. Це є частиною загальної програми управління надійністю, як описано в IEC 60300-1. Наведено вказівки щодо вартості життєвого циклу для використання менеджерами, інженерами, фінансовим персоналом та підрядниками; воно також

призначене для надання допомоги тим, від кого може вимагатись уточнення та доручення такої діяльності, коли її здійснюють інші.

Життєвий цикл може бути описаний з використанням абстрактної функціональної моделі, яка являє собою осмислення потреб в системі, її реалізації, експлуатації, розвитку та списанні.

Терміни та визначення

Життєвий цикл (life cycle): Розвиток системи, продукції, послуги, проекту або іншого винаходу від замислу до списання [13].

Модель життєвого циклу (life cycle model): Структурна основа процесів та дій, що відносяться до життєвого циклу, яка також слугує в якості загального посилання для встановлення зв'язків і взаєморозуміння.

Стандарт ISO/IEC/IEEE 24748-1:2018 містить вказівки щодо управління життєвим циклом систем та програмного забезпечення, доповнюючи процеси, описані в ISO / IEC / IEEE 15288 та ISO / IEC / IEEE 12207. Цей документ:

- розглядає концепції систем та концепції життєвого циклу, моделі, етапи, процеси, застосування процесів, ключові точки зору, адаптацію та використання в різних сферах та за різними дисциплінами;

- встановлює загальну основу для опису життєвих циклів, включаючи їх окремі стадії, для управління проектами з надання або придбання продуктів чи послуг;

- визначає поняття та термінологію життєвого циклу;

- підтримує використання процесів життєвого циклу в організації або проекті. Організації та проекти можуть використовувати ці концепції життєвого циклу під час придбання та постачання продуктів чи послуг;

- надає вказівки щодо адаптації моделі життєвого циклу та змісту, пов'язаного з життєвим циклом або частиною життєвого циклу;

- описує взаємозв'язок між життєвими циклами та їх використанням у застосуванні процесів у ISO / IEC / IEEE 15288 (системні аспекти) та ISO / IEC / IEEE 12207 (програмні аспекти);

– показує взаємозв'язок концепцій життєвого циклу з апаратними, людськими, послугами, процесами, процедурами, об'єктами та природними аспектами проектів; і

– описує, як його концепції стосуються детальних стандартів процесів, наприклад, у сферах вимірювання, управління проектами та управління ризиками.

Система розвивається через свій життєвий цикл як результат дій, виконуваних і керованих спеціалістами організації, використовуючи для цих дій процеси. Деталі в моделі життєвого циклу виражені в термінах цих процесів, їх результатів, відносин і послідовності.

Вимірювання підтримує управління та поліпшення процесів і продукції. Процес вимірювання та аналізу слід використовувати в цілях моніторингу перебігу виконання робіт, збору та надання інформації, необхідної для оцінки результатів діяльності і результативного прийняття рішень.

Вимірювання є основним інструментом для управління діями в життєвому циклі систем і програмних засобів, для оцінки здійсненності планів проекту і моніторингу виконання дій відповідно до планів. Оцінка системи і програмних засобів є однією з головних дисциплін в оцінці якості продукції і можливостей організаційних процесів.

Вибір відповідних показників діяльності та методів моніторингу має велике значення для результативного вимірювання і аналізу організації. На рисунку 3.8 представлені кроки для використання показників діяльності.

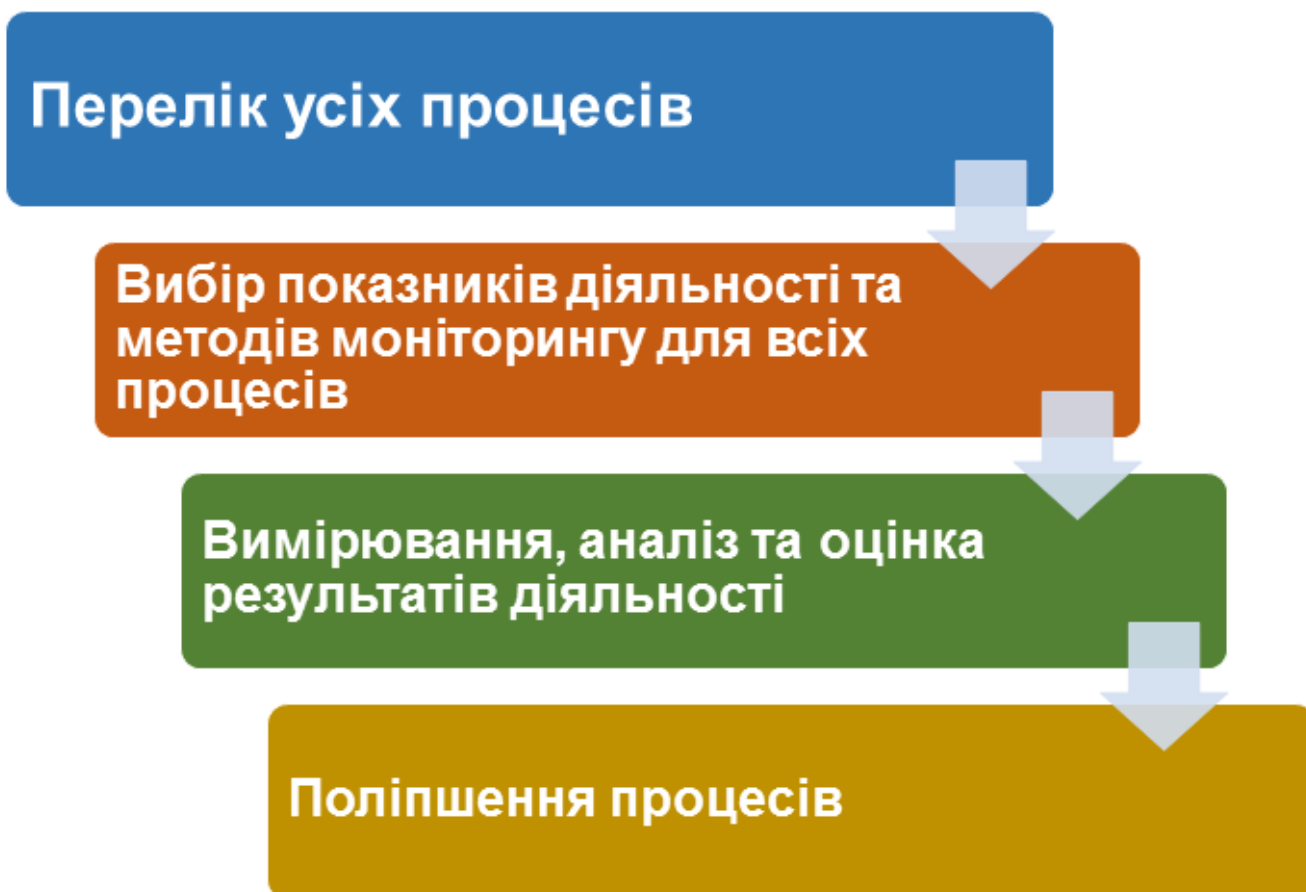


Рисунок 3.8 – Етапи використання показників діяльності

3.3.4 Комп'ютерні моделі в процесах розробки, виробництва та експлуатації виробів

За досліджуваного аспекту моделювання комп'ютерні моделі виробів поділяють:

а) на функціональні, аспектом моделювання в яких є виокремлення та докладний опис функцій виробу, їх структури і взаємозв'язку;

б) структурні, аспектом моделювання в яких є структури виробу (наприклад, конструкторська, технологічна, експлуатаційна електронна структура виробу з ГОСТ 2.053, логістична структура виробу по ГОСТ Р 53392);

в) геометричні, аспектом моделювання в яких є переважно форма, розміри та властивості, пов'язані з формою і розмірами (наприклад, розміри і допуски по ГОСТ 2.307, шорсткість по ГОСТ 2.308, допустимі відхилення форми по ГОСТ 2.309 і ін.);

д) фізико-хімічні, аспектом моделювання в яких є зміни властивостей матеріалів виробу (корозійне руйнування матеріалу, старіння і т.д.);

е) технічно-економічні, аспектом моделювання в яких є взаємопов'язані технічні та економічні властивості виробу (наприклад, модель вартості життєвого циклу виробу, модель вартості після продажного обслуговування виробів);

ж) процесні, аспектом моделювання в яких є процеси, що безпосередньо пов'язані з виробом (наприклад, модель технологічного процесу виготовлення виробу або модель процесу технічної експлуатації виробу);

Розробка комп'ютерних моделей (КМ) складних об'єктів ієрархічного типу, що допускають декомпозицію аналізованого об'єкта моделювання (ОМ) на складові її елементи, полягає в послідовному аналізі та моделюванні окремих його компонентів з подальшим встановленням зв'язків між моделями компонентів ОМ. В цьому випадку КМ кожного рівня ієрархії формується як об'єднання КМ компонентів ОМ нижчого рівня, а процес взаємодії ОМ моделюється за встановленням координуючих зв'язків між взаємодіючими рівнями.

Ресурси підтримують функціонування всіх процесів у організації і особливо важливі для забезпечення результативного та ефективного функціонування та сталого успіху. Інфраструктура та виробниче середовище є основою результативного і ефективного функціонування всіх процесів у організації. В організації повинні визначити необхідні ресурси та координувати їх розподіл, надання, вимір або моніторинг, оптимізацію, підтримку і захист.

Інтеграційна модель обміну інформацією визначає інформацію, якої повинні обмінюватися ресурси, залучені в процес, що моделюється.

Така інформація зазвичай містить:

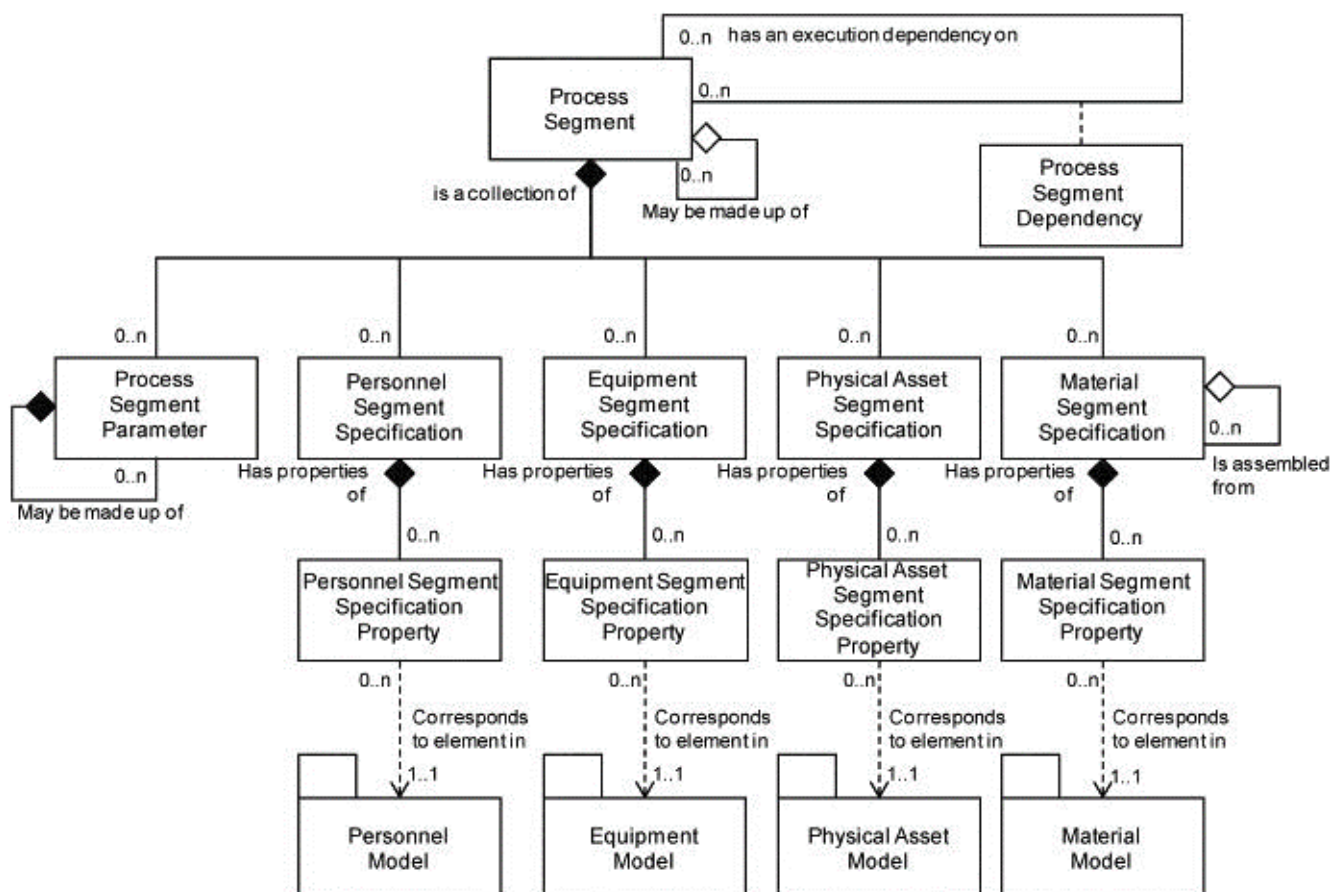
- інформацію про процес (наприклад, набори команд, геометричні дані, графіки або інші параметри процесу, необхідні для виконання програми);

- інформацію про стан (наприклад, відмови, звіти про стан обладнання, попередження та інформацію про якість);

- інформацію по управлінню (наприклад, команди і запити по обслуговуванню), що ідентифікує джерело, адреса призначення і тип інформації.

Сегменти процесу – це найменші елементи виробничих процесів, помітні в бізнес-процесах. Модель сегмента процесу - це ієрархічна модель, в якій можуть бути визначені кілька рівнів абстрактного розгляду виробничого процесу. Можуть бути визначені кілька бізнес-процесів, що забезпечують видимість (прозорість) виробничих процесів.

Сегменти процесу – це логічна угруповання ресурсів персоналу, ресурсів обладнання, ресурсів фізичного активу та матеріалу, необхідних для виконання етапу виробничої операції. Сегмент процесу визначає необхідні класи персоналу, обладнання, фізичних активів та матеріалів. Він може визначати необхідні ресурси. Сегмент процесу може визначати необхідну кількість ресурсу. Крок виробничої операції може бути кроком технологічної операції, кроком операції забезпечення матеріально-виробничими запасами, кроком операції технічного обслуговування, кроком операції забезпечення якості.



has an execution dependency on - Має виробничу залежність від ...; Process Segment - Сегмент процесу; is a collection of - Є набором ...; May be made up of - Може бути складений з ...; Process Segment Dependency - Залежність сегмента процесу; Process Segment Parameter - Параметр сегмента процесу; Personnel Segment Specification - Специфікація сегмента персоналу; Equipment Segment Specification - Специфікація сегмента обладнання; Physical Asset Segment Specification - Специфікація сегмента фізичного активу; Material Segment Specification - Специфікація сегмента матеріалу; May be made up of - Може бути складений з ...; Has properties of - Має властивості ...; Is assembled from - Зібраний з ...; Personnel Segment Specification Property - Властивість специфікації сегмента персоналу; Equipment Segment Specification Property - Властивість специфікації сегмента обладнання; Physical Asset Segment Specification Property - Властивість специфікації сегмента фізичного активу; Material Segment Specification Property - Властивість специфікації сегмента матеріалу; Corresponds to element in - Відповідає елементу з ...; Personnel Model - Модель персоналу; Equipment Model - Модель обладнання; Physical Asset Model - Модель фізичного активу; Material Model - Модель матеріалу

Рисунок 3.9 – Модель сегмента процесу

Технологічний процес [14] складається з послідовності хімічних, фізичних або біологічних процесів, які забезпечують перетворення, транспортування та зберігання матеріалів або енергії. Промислові технологічні процеси у цілому можна класифікувати як безперервні (дискретні) процеси серійного виробництва (виготовлення партій виробів).

Визначення операції конкретизує ресурси, необхідні для виконання зазначеної операції. Визначення операцій сприяє визначенню операцій виробництва, технічного обслуговування, перевірки якості, матеріально-виробничого постачання.

Фактичне визначення порядку виконання операції не включається до об'єктної моделі і враховуються при визначенні роботи. Визначення роботи задається в якості інструкції виконання виробничої операції.

Управління технологічними (виробничими) операціями (процесами), як правило, пов'язано з проміжним рівнем у функціональній ієрархії виробничого підприємства.

3.3.5 Індикатори оцінки процесів життєвого циклу

Як показано на діаграмі (рисунок 3.10), оцінка процесів має два основні контексти використання.

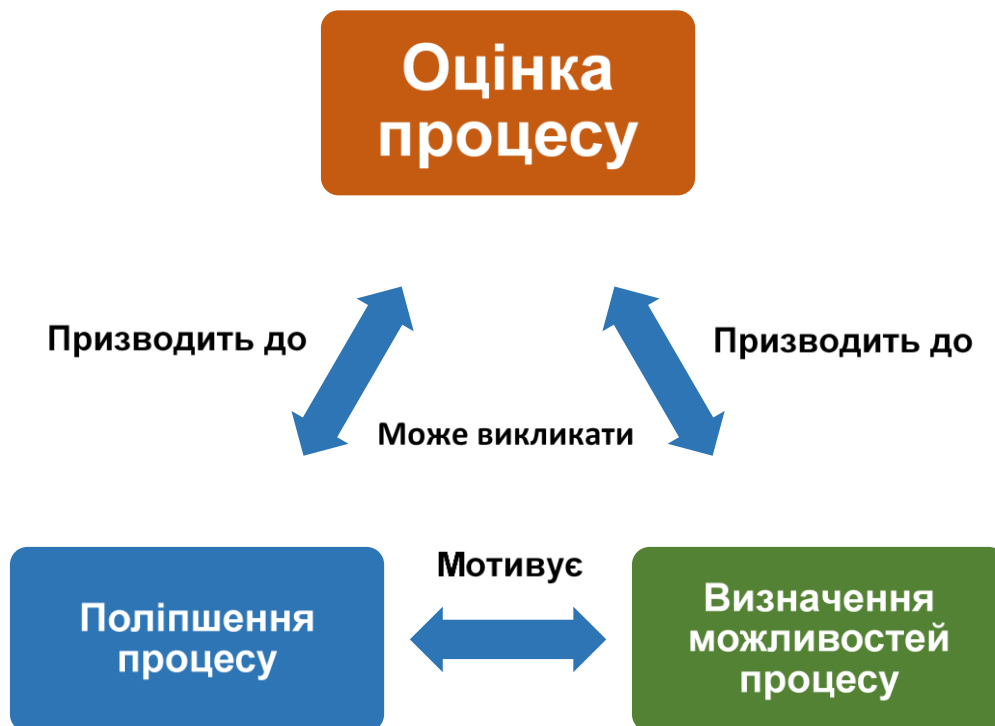


Рисунок 3.10 - Взаємозв'язки оцінки процесів

Модель оцінки процесу відноситься до однієї або декількох базових моделей процесу. Модель оцінки процесу є основою для збору доказів і рейтингу можливостей процесу.

Висновки

Для необхідної підтримки даної системи в її життєвому циклі застосовується кілька систем що забезпечують її функціонування. Кожна стадія життєвого циклу може потребувати однієї або більше таких систем. Також можуть виявитися необхідними системи що забезпечують , які використовуються для даної системи на стадіях застосування, підтримки, вилучення та списання. Важливо відзначити, що у системи що забезпечує є свій власний життєвий цикл.

Для успішного розгляду проблем інтеграції систем управління підприємством необхідно спочатку визначити межу між доменом підприємства та доменом управління виробничими операціями (МО & С). Ця межа ідентифікується за допомогою відповідних моделей, які відображають функції підприємства, фізичне устаткування та інформацію всередині домену МО & С, а також інформаційні потоки між двома зазначеними доменами.

Для збільшення ефективності використання виробничих ресурсів може виявитися корисною інформація щодо процесів, обладнання, операторів та матеріалів, з метою забезпечення ефективного зворотного зв'язку за допомогою КРІ-показників.

4 СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ, ЯКІ ВРАХОВУЮТЬ РИЗИК ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ, МАТЕРІАЛЬНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ВСТАНОВЛЕНИМ ВИМОГАМ

4.1 Функціональні можливості АРС-О-системи

4.1.1 Моделі якості

Терміни, визначення та скорочення

Моніторинг якості виробів: Сукупність операцій, що включає вибір об'єктів моніторингу, збір інформації, що характеризує властивості цих виробів в певний період їх життєвого циклу, оцінювання якості розглянутих виробів і підготовку звіту за результатами моніторингу.

Якість продукції: Ступінь відповідності сукупності властивостей виробу заданим вимогам.

Вимоги можуть бути задані в тактико-технічному завданні (Технічному завданні) на виріб або визначені в законодавчих, нормативно-правових, нормативно-технічних та інших документах, що мають обов'язковий характер по відношенню до створення, виробництва та експлуатації даного виробу.

Вимоги користувача до якості включають в себе вимоги до якості при використанні системи в конкретному контексті використання [15]. Ці заявлені вимоги можуть бути використані при визначенні показників зовнішнього і внутрішнього якості з використанням характеристик та підхарактеристик якості продукту (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Модель якості

Якість продукту може бути оцінена шляхом вимірювання або внутрішніх властивостей (зазвичай це статичні показники проміжних продуктів), або зовнішніх властивостей середовища або за допомогою вимірювання властивості якості при використанні (коли продукт використовується в реальних або модельованих умовах) (див. Рисунок 1.22). Підвищення якості процесу (якості будь-якого з процесів життєвого циклу) сприяє підвищенню якості продукції, а підвищення якості продукції - підвищенню якості при використанні системи. У зв'язку з цим оцінка та поліпшення процесу є засобами підвищення якості продукції, а оцінка і підвищення якості продукції, в свою чергу, є одним із засобів підвищення якості при використанні системи. Аналогічним чином оцінка якості при використанні системи може забезпечити зворотний зв'язок для поліпшення продукту, а оцінка продукту може забезпечити зворотний зв'язок для поліпшення процесу.

На рисунку 4.2 показано, що процес вимірювання складається з чотирьох дій. Дії виконуються у певному порядку в ітеративному циклі, забезпечуючи безперервний зворотний зв'язок і поліпшення процесу вимірювання. Модель процесу вимірювання на рисунку 1 представляє собою адаптований цикл "Плануй - Роби - Перевірйай - Дій", який зазвичай використовується для підвищення якості. В межах дій виконання завдань також є ітеративним.

Цілі та завдання виконання процесу можуть бути описані при використанні елементів назви, цілей і виходів (вихідних результатів) (рисунок). Ці елементи

використовуються для опису намічених результатів без потреби виконання структурного розкладання процесу.

Якість є результатом роботи системи менеджменту підприємства. Методи якості, такі як "Шість сигм" [16], працюють більш ефективно, коли вони є невід'ємною частиною діючої системи менеджменту якості і процесів організації маркетингового дослідження з метою планування якості та управління процесами життєвого циклу. Орієнтиром, що використовується для ранжування якості або функціонування процесу, є кількість сигм.

4.1.2 Подання даних про виріб та обмін цими даними

Терміни та визначення

Конфігурація (configuration): Взаємопов'язані функціональні та фізичні характеристики продукції або послуги, встановлені в даних про конфігурацію.

Конфігурація виробу: Структурована сукупність властивостей (конструктивних, функціональних та експлуатаційних характеристик) передбачуваного до розроблення або що розробляється чи існуючого виробу, яка описується в залежності від стадії (етапу) життєвого циклу:

- комплектом документів та даних, що визначають вимоги до виробу, що розробляється або модифікується;
- комплектом документів та даних, що визначають конструкцію виробу або його модифікацію;
- конструкцією виготовленого виробу з урахуванням особливостей його виконання;
- або їх поєднанням.

Базова конфігурація (configuration baseline): Затвержені дані про конфігурацію, в яких встановлені характеристики продукції або послуги, що відносяться до зазначеного моменту часу і використовуються як еталон для діяльності на всіх стадіях життєвого циклу продукції або послуги.

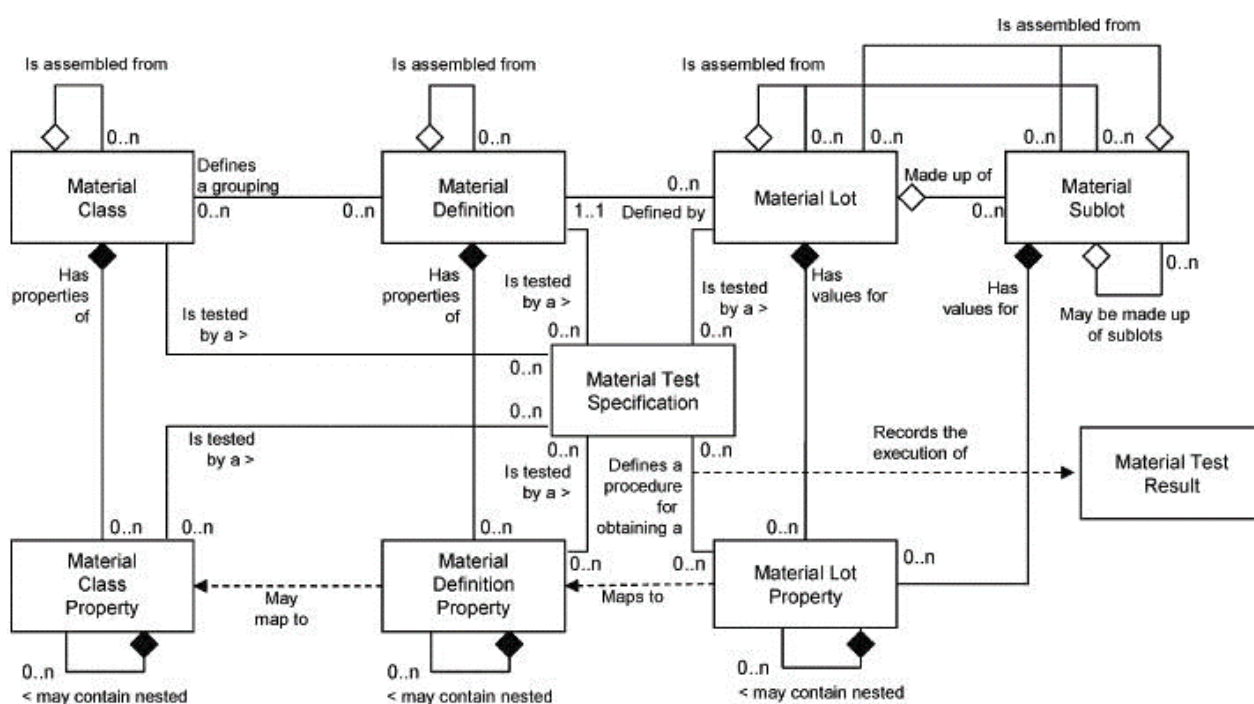
Управління конфігурацією (configuration management): Діяльність у сфері управління процесами створення виробу, яка спрямована на забезпечення

відповідності виробу заданим вимогам з урахуванням змін в його конструкції та передбачає систематичний контроль відповідності заданим вимогам і процедури управління необхідними змінами конструкції, документації та даних.

Технологія управління конфігурацією (configuration management technology): Сукупність методів та засобів, включаючи інформаційні технології управління даними, для вирішення завдань управління конфігурацією.

Стандарти комплексу ISO 10303 є міжнародними стандартами для комп'ютерного представлення інформації та обміну даними про вироби. Їх метою є забезпечення нейтрального механізму, здатного описувати вироби протягом усього їх життєвого циклу. Цей механізм застосовують не тільки для обміну нейтральними файлами, він є основою для реалізації та спільного доступу до баз даних про вироби і організації довгострокового їх використання та архівування.

Модель матеріалу, наведена на рисунку 4.3, ідентифікує фактичний матеріал, дає визначення матеріалів, а також інформацію про класи визначень матеріалів. Інформація про матеріал включає в себе інформацію про такі матеріально-виробничих запасах як сировина, Готова продукція, проміжні матеріали та витратні матеріали. Інформація про плановані або фактичні матеріали міститься в інформації про партії (подпартії) матеріалу. Класи матеріалу визначаються для організації виробництва (використання) матеріалу.



Is assembled from - Зібраний з ...; Material Class - Клас матеріалів; Defines a grouping - Визначає угруповання; Material Definition - Визначення матеріалу; Defined by - Визначено через ...; Material Lot - Партія матеріалу; Made up of - Складено з ...; Material Sublot - Подпартія матеріалу; Has properties of - Має властивості ...; Is tested by a> - Протестований за допомогою ...; Has values for - Має значення для ...; May be made up of sublots - Може бути складений з подпартії; Material Test Specification - Специфікація випробувань матеріалу; Records the execution of - Реєструє виконання ...; Material Test Result - Результат випробування матеріалу; Defines a procedure for obtaining a - Визначає процедуру отримання ...; Material Class Property - Властивість класу матеріалу; May map to - Може відображати на ...; Material Definition Property - Властивість визначення матеріалу; Maps to - Відображається на ...; Material Lot Property - Властивість партії матеріалу; <May contain nested - Може містити вкладені елементи ...

Рисунок 4.3 – Модель матеріалу

Складання – це набори (множини) розглядуваних елементів.

Складання – це співвідношення між елементами та атрибутами елементів. Кожен елемент складання має свою власну ідентичність та властивості (наприклад, партія матеріалу, що має свою власну ідентичність та властивості). Об'єкт зі складанням (партія матеріалу, подпартія матеріалу, клас матеріалів, визначення матеріалу) повинен містити перелік інших елементів, що утворюють складання.

4.2 Управління даними про якість виробів на стадіях життєвого циклу

На всіх етапах життєвого циклу технічного об'єкта необхідна орієнтованість на надійність. Теорія надійності передбачає, що рівень надійності зразків складної промислової продукції визначається конструктивно схемними рішеннями, прийнятими на стадії їх розробки, за умови виконання необхідного технічного обслуговування, при заданих режимах і умовах застосування за призначенням, зберігання і транспортування зразків на стадії експлуатації. Це означає, що для підтримки надійності зразків на заданому рівні необхідно проведення планового та непланового технічного обслуговування для попередження, своєчасного виявлення

і усунення відмов (пошкоджень) складових частин і коригування встановлених режимів технічного обслуговування. Такий підхід відповідає прийнятій в міжнародній практиці методології планування технічного обслуговування, спрямованого на підтримку надійності (reliability-centered maintenance), регламентованого в [17].

4.2.1 Номенклатура показників

Показники якості виробів призначені для оцінювання відповідності виробів заданим вимогам на стадіях розробки, виробництва та експлуатації [18]. Показники якості виробів включають показники, що характеризують виконання техніко-економічних вимог до виробу в частині надійності та вартості ЖЦ, а також показники дефектності. Економічні показники якості характеризують досягнутий рівень вартості ЖЦ виробу по відношенню до цільового значення. Склад показників для оцінювання вартості ЖЦ виробу встановлений у [19].

Для оцінювання вартості ЖЦ використовують наступні показники:

- вартість ЖЦ;
- вартість володіння;
- вартість придбання;
- вартість експлуатації;
- вартість експлуатації за календарний період часу;
- витрати на експлуатацію в одиницю календарного часу;
- залишкова вартість виробу на розрахунковий рік;
- вартість утилізації;
- залишкова вартість складових частин виробу і матеріалів після утилізації;
- вартість розробки.

4.2.2 Менеджмент надійності. Загальні принципи планування технічного обслуговування для підтримки надійності

Надійність - це властивість об'єкта зберігати в часі здатність функції в заданих режимах і умовах застосування технічного обслуговування, зберігання і транспортування. Надійність є комплексною властивістю, що у залежності від призначення об'єкта та умов його застосування може включати в себе безвідмовність, ремонтпридатність і забезпеченість в заданих умовах використання технічним обслуговуванням і ремонтом, відновлюваність, довговічність, збережуваність, готовність поєднання цих властивостей.

Надійність технічного об'єкта, який розробляє і / або постачає організація, в істотній мірі впливає на сприйняття користувачем цього об'єкта. Низька надійність може не дозволити організації досягти поставлених цілей і привести до зниження її репутації. Надійність формує у споживача довіру до продукції та впливає на здатність організації виконувати поставлені цілі. Цілі можуть бути досягнуті шляхом ефективного планування та виконання дій в області надійності на всіх етапах життєвого циклу об'єктів.

Менеджмент надійності забезпечує системний підхід до надійності та пов'язаними аспектам менеджменту і бізнесу. Тому менеджмент надійності повинен бути включений в загальну систему менеджменту організації і призначений для координації дій в області надійності і отримання позитивних фінансових результатів. Підвищення надійності часто є результатом застосування нових технологій і вимагає інтеграції інновацій з існуючими конфігураціями продукції [20]. На досягнення необхідних показників надійності на всіх етапах життєвого циклу можуть впливати динаміка ринку, стан глобальної економіки та розподіл ресурсів, зміна вимог споживачів і наявність конкуренції.

Забезпечення надійності - це процес, який дозволяє перевірити відповідність технічного об'єкта встановленим вимогам і стандартам. Забезпечення надійності є основою для впевненості в тому, що показники надійності відповідають заявленому рівню. Мета забезпечення надійності полягає в впевненості зацікавлених сторін в тому, що надійність технічного об'єкта може бути досягнута. Існують загальні підходи до забезпечення надійності технічного об'єкта, які служать різним цілям і мають різну ступінь технічної обґрунтованості.

На стадії проектування та розробки можуть бути застосовані такі методи, як HAZOP, FMEA або FTA. Ці методи допомагають ідентифікувати і попереджати помилки, відмови або небажані події перш, ніж вони з'являться. Організація повинна ідентифікувати ризик, відповідний досягненню вимог, а також можливостей для поліпшення показників на основі аналізу можливих відмов. Система реєстрації відмов, аналізу та впровадження коригувальних дій (FRACAS) – це процес, який надає організаціям можливість звітувати, класифікувати та аналізувати збої, а також планувати коригувальні реакції у відповідь на ці збої. Містить наступні етапи:

1. Повідомлення про несправності (FR): Усі помилки та несправності, пов'язані з системою, частиною обладнання або процесом, офіційно повідомляються за допомогою стандартної форми, відомої як звіт про несправність або звіт про дефект. Звіт про відмову повинен чітко визначати актив, що вийшов з ладу, симптоми відмови, умови випробування, умови експлуатації та час відмови.

2. Аналіз (A): Виконайте аналіз основної причини, щоб визначити, що спричинило несправність. Проведіть аналіз першопричини, щоб визначити, що спричинило несправність.

3. Коригувальні дії (CA): Після встановлення причини несправності виконайте та перевіряйте коригувальні (або попереджувальні) дії, щоб запобігти майбутнім виникненням несправності. Будь-які зміни повинні бути офіційно задокументовані для забезпечення стандартизації.

FRACAS може використовуватися в багатьох додатках, таких як безпека / зниження ризику, управління процесами та системи звітності про аварії. Процес із замкнутим циклом - це дисциплінований та цілеспрямований підхід, який виявляє та вирішує проблеми на етапах проектування, розробки та виробництва. Це робиться за допомогою багатьох фундаментальних завдань, включаючи запис і збір даних та інформації про збої; виявлення та встановлення пріоритетів відмов; і визначення, реалізація та перевірка коригувальних дій для запобігання повторним відмовам. Зараз FRACAS широко цифровий і, крім звітування про несправності,

аналіз та виправлення можуть працювати в парі з багатьма процесами та інструментами, такими як DMAIC, MTBF та MTTR.

4.3 Управління життєвим циклом продукції військового призначення

Терміни та визначення

Виріб фінальний (final item; product): Складний виріб, що не потребує подальшої промислової переробки, призначений для постачання (продажу) з метою його самостійного застосування за призначенням і складається з конструктивно, функціонально та інформаційно зв'язаних складових частин (виробів і матеріалів, в тому числі систем, підсистем, програмних і апаратних засобів).

Інтегрована логістична підтримка (integrated logistic support): Сукупність видів інженерної діяльності, що реалізуються за допомогою управлінських, інженерних та інформаційних технологій, які орієнтовані на забезпечення високого рівня готовності виробів (у тому числі показників, що визначають готовність - безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, експлуатаційну та ремонтну технологічність та ін.) при одночасному зниженні витрат, пов'язаних з їх експлуатацією та обслуговуванням.

Матеріально-технічне забезпечення продукції військового призначення, матеріально-технічне забезпечення (supply support): Сукупність процедур і методів, спрямованих на забезпечення своєчасних поставок предметів постачання в кількості, достатній для задоволення вимог до застосування, технічного обслуговування і ремонту фінального виробу (зразка, комплексу) , а також - забезпечення зберігання, розподілу, поповнення запасів зазначених предметів постачання.

Управління експлуатаційно-технічними характеристиками (technical operating capabilities management): Діяльність в області управління ЖЦ виробу, спрямована на створення виробу з високим рівнем експлуатаційно-технічні характеристики, а також на формування і забезпечення ефективного функціонування системи технічної експлуатації виробу з використанням найбільш ефективних конструкторських рішень і технологій інтегрованої логістичної

підтримки на всіх стадіях і етапах ЖЦ з метою забезпечення заданих експлуатаційних властивостей виробу за прийнятною вартості життєвого циклу.

Система технічної експлуатації (maintenance system) Сукупність взаємопов'язаних об'єктів технічної експлуатації (фінальний виріб, комплекс, зразок), засобів експлуатації, виконавців та документації, що встановлює правила їх взаємодії, необхідних і достатніх для виконання завдань технічної експлуатації.

Тактико-технічні характеристики виробу, тактико-технічні характеристики (tactical operating capabilities): Характеристики основних функцій фінального виробу (зразка, комплексу), що визначають можливість його застосування відповідно до призначення (маса, швидкість, діапазони робочих електромагнітних частот, швидкість стрільби, корисне навантаження, автономність, вражаючі властивості і т.п.).

Технології інтегрованої логістичної підтримки (integrated logistic support technologies): Сукупність методів та засобів для формування та забезпечення ефективного функціонування системи технічної експлуатації фінального виробу (зразка, комплексу).

Експлуатаційно-економічна ефективність (supportability): Міра досконалості конструкції фінального виробу (зразка, комплексу) та системи їх технічної експлуатації, що відображає співвідношення характеристик готовності та вартості володіння.

Експлуатаційно-технічні характеристики виробу, експлуатаційно-технічні характеристики (technical operating capabilities): Характеристики надійності, відмовостійкості, контролепридатності, експлуатаційної та ремонтної технологічності фінального виробу (зразка, комплексу).

4.3.1 Принципи управління життєвим циклом продукції військового призначення, його суб'єкти та об'єкти

Управління життєвим циклом продукції військового призначення: Частина діяльності в області розробки, виробництва, забезпечення експлуатації, ремонту та утилізації ПВП, яка пов'язана із забезпеченням заданих вимог до ПВП на основі

поетапного планування і контролю відповідності ПВП заданим вимогам на стадіях розробки, виробництва та експлуатації, а також підтриманням такої відповідності вимогам на стадії експлуатації шляхом керованого впливу на конструкцію зразків ПВН, виробниче середовище і систему технічної експлуатації.

Управління ЖЦ ПВП здійснюють організації-розробники, організації-виробники, експлуатаційні організації та інші учасники робіт в сфері планування розвитку ПВП, розробки, виробництва, забезпечення експлуатації та утилізації ПВП. Зазначену діяльність здійснюють з використанням програмно-цільового підходу та комплексу технологій управління ЖЦ, у тому числі, в рамках контрактів ЖЦ по створенню і забезпеченню експлуатації ПВП з заданим рівнем ефективності. Управління ЖЦ здійснюють в межах розроблюваних зацікавленими організаціями ОПК програм по конкретним зразкам ПВП. Для цього формують організаційно-технічну систему управління ЖЦ, що включає суб'єкти та об'єкти управління, нормативне правове і нормативно-технічне забезпечення діяльності з управління ЖЦ, а також єдине інформаційне середовище підтримки ЖЦ.

Об'єктами управління ЖЦ є зразки ПВП, їх складові частини та їх тактико-технічні характеристики (ТТХ) і вплив цих характеристик на цільові критерії ефективності:

- експлуатаційна готовність, автономність застосування і т.п.;
- ціни ПВП та вартість ЖЦ;
- терміни створення та розгортання;
- експлуатаційно-економічна ефективність ПВП.

Характеристики засобів забезпечення ЖЦ залежать від призначення, характеристик (тактико-технічні характеристики / експлуатаційно-технічні характеристики) продукції військового призначення. Частина характеристик засобів забезпечення ЖЦ, особливо засобів розгорнутих ще до створення даної ПВП, самі можуть істотно вплинути на прийняття рішень щодо ТТХ і етх

новостворюваного зразка ПВП. У зв'язку з цим, для цілей управління ЖЦ зразок ПВП та засоби забезпечення його ЖЦ розглядають як одну складну систему.

Для цілей управління ЖЦ використовують його загальну модель (з різновидами такої моделі, при необхідності), яка формалізує послідовність і тимчасові рамки процесів, які необхідні для реалізації ЖЦ ПВП. Зазначена модель розглядає ЖЦ ПВП як цикл існування об'єкта ЖЦ від задуму до утилізації з можливістю відтворення елементів об'єкта ЖЦ.

Для управління ЖЦ виділяють його характерні тимчасові інтервали: стадії і етапи. Залежно від виду і складності ПВП приймають базовий набір таких стадій і їх етапів для конкретного виду ПВП. Кожна стадія (етап) має певну мету і результат, спрямовані на досягнення кінцевих цілей і результатів ЖЦ певного виду (зразка) ПВП. Стадії ЖЦ це основні частини (тимчасові відрізки) ЖЦ, що представляють собою значущі періоди зміни стану зразка ПВП від появи в ньому потреби до експлуатації та подальшої утилізації. Стадії ЖЦ характеризуються завданнями, сукупністю виконуваних робіт та кінцевими результатами.

Стадії ЖЦ для складних видів ПВП розбивають на етапи, відповідні контрольним рубежам, при досягненні яких передбачають перевірку результатів робіт, включаючи і контроль характеристик ПВП: типової конструкції і (або) конкретних екземплярів зразка.

При переході між стадіями (етапами) ЖЦ суб'єкти управління ЖЦ приймають рішення про перехід до наступної стадії ЖЦ. Типовий склад, призначення стадій ЖЦ та критерії прийняття рішень про перехід до наступної стадії ЖЦ зразка ПВП наведені в таблиці 4.1.

Висновки

Моделі даних формуються і конфігуруються у відповідності зі стандартами управління ресурсами та обміну даними. Це відноситься і до ЕРЕ-оцінок в частині використання тих даних та інформації, які реально існують у виробничій системі.

Обмін даними та інформаційними моделями, що містять зовнішні, довідкові та фактичні дані (але не індивідуальні дані), як правило, здійснюється в рамках функціональної ієрархії між її різними рівнями.

Витрата матеріалів відносно легше контролювати, ніж споживання енергії. Інвентаризація дозволяє з достатньою точністю встановлювати наявність або відсутність матеріалів. Сировина можна отримувати з різних джерел, і ці матеріали протягом усього життєвого циклу продукції будуть проходити через ряд таких процесів, як, наприклад, вилучення, зварювання або механічна обробка.

Вплив на стан навколишнього середовища при виробництві матеріалів, що включаються в область регулювання споживання і використання електричної енергії (ЕМУ), в значній мірі залежить від матеріальних ресурсів, процесу, використовуваного для отримання матеріалів, а також від географічного розташування матеріалів по відношенню до місця розташування виробничої системи.

Енергію, що використовується виробничою системою, можна отримувати з різних джерел, наприклад, електроенергія може генеруватися гідроелектростанціями або електростанціями, що працюють на викопному паливі; або з використанням таких відновлюваних джерел енергії, як вітряна і сонячна енергія. Вплив на навколишнє середовище при виробленні, передачі, збереження і розподіл енергії буде залежати від енергетичних ресурсів і технологій, що використовуються для перетворення і подачі енергії в виробничу систему.

ВИСНОВКИ

Основою розробки прикладних систем є прикладні специфікації, що встановлюють вимоги до функціональності та характеристик прикладних систем. Такі специфікації зазвичай включають текстові описи, креслення, діаграми та посилання на інші специфікації. Чимало системних інтеграторів та кінцевих користувачів, що працюють в різних секторах ринку, або розробляють численні аналогічні прикладні специфікації (одну для кожного проекту), або загальну прикладну специфікацію, що містить вимоги для кожного проекту.

Система розвивається через свій життєвий цикл як результат дій, виконуваних і керованих спеціалістами організації, використовуючи для цих дій процеси. Деталі в моделі життєвого циклу виражені в термінах цих процесів, їх результатів, відносин і послідовності.

Процеси угоди ISO / IEC / IEEE 15288 визначають вимоги для підписання угод із зовнішніми і внутрішніми організаціями для придбання і поставки продукції і послуг.

Процеси організаційного забезпечення проекту ISO / IEC / IEEE 15288 забезпечують ресурсами і необхідною інфраструктурою для підтримки проектів і досягнення задоволеності в досягненні організаційних цілей і виконанні укладених угод. Процеси технічного управління ISO / IEC / IEEE 15288 містять загальні дії і завдання, які можуть бути виконані будь-якою стороною, що управляє проектом, пов'язаним з системами або продуктами. Технічні процеси ISO / IEC / IEEE 15288 перетворюють потреби зацікавлених сторін спочатку в якийсь продукт, а потім за допомогою використання цього продукту надають в потрібному місці і потрібний час стійкі послуги для виконання вимог замовника.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ISO 20140-3:2019 Automation systems and integration — Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment — Part 3: Environmental performance evaluation data aggregation process

2. 1 Sara AlMuhayfith, Hani Shaiti The Impact of Enterprise Resource Planning on Business Performance: With the Discussion on Its Relationship with Open Innovation. J. Open Innov. Technol. Mark. Complex. 2020, 6, 87.

3. 1 ДСТУ EN 62264-1:2019 Интеграция систем управления предприятием и производством. Часть 1. Модели и терминология (EN 62264-1:2013, IDT; IEC 62264-1:2013, IDT)

4. 1 ДСТУ EN 62264-2:2019 Интеграция систем управления предприятием и производством. Часть 2. Объекты и атрибуты для интегрирования систем управления предприятием и производством.

5. 1 ISO 20140-1:2019 Automation systems and integration - Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment - Part 1: Overview and general principles", IDT

6. 1 Zhu, L., Johnsson, C., Varisco, M., Schiraldi, M.M., Key performance indicators for manufacturing operations management – gap analysis between process industrial needs and ISO 22400 standard. Procedia Manufacturing. Volume 25, 2018, P. 82-88.

7. 1 Borja Ramis Ferrer, Usman Muhammad, Wael M. Mohammed, José L. Martínez Lastra, Implementing and Visualizing ISO 22400 Key Performance Indicators for Monitoring Discrete Manufacturing Systems. Machines 2018, 6(3), 39.

8. 1 ДСТУ ISO 22400-2:2019 Автоматизированные системы управления производством. Ключевые показатели эффективности (KPIs) для управления производственными процессами. Часть 2. Определение и описание (ISO 22400-2:2014, IDT)

9. 1 PAS 19450:2015 "Automation systems and integration - Object-Process Methodology", IDT

10. 1 ISO/IEC 11179-1:2015 Information technology — Metadata registries (MDR) — Part 1: Framework
11. 1 ISO/IEC/IEEE 42010:2011 Systems and software engineering — Architecture description.
12. 1 ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016 Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем (ISO/IEC/IEEE 15288:2015, IDT)
13. 1
14. 1 ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models
15. 1 ДСТУ ISO 13053-1:2016 Статистический контроль. Количественные методы улучшения процесса. Шесть Сигма. Часть 1. Методология (ISO 13053-1:2011, IDT).
16. 1 IEC 60300-3-11:2009 Dependability management - Part 3-11: Application guide - Reliability centred maintenance.
17. Денисенко Ю. О. Удосконалення нормативної бази інструментальної підготовки виробництва щодо поліпшення техніко-економічних показників: монографія/Ю.О. Денисенко, В. О. Залога, О. В. Івченко. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 93 с.
18. Національна безпека України у викликах новітньої історії. Розділ: Інструментальне виробництво як вирішальна складова машинобудівної галузі: монографія / авт.-уклад. В. І. Шпак; кер. авт. кол. С. І. Табачников. – К.: ДП «Експрес-об'ява», 2020. – 464 с., (424 – 433). DOI 10.5281/zenodo.3577932 ISBN 978-617-7389-16-2. (Коллективна монографія)
19. Zaloga V., Ivanov V., Pavlenko I., Dehtiarov I. Technological assurance of manufacturing effectiveness on CNC machining centers. In: Karabeovic I. et al. (eds) Handbook of Research on Integrating Industry 4.0 in Business and Manufacturing. 2020. P. 344 - 384. DOI:10.4018/978 - 1 – 7998 – 2725 – 2.
20. Панченко В. О. Підконтрольна експлуатація обладнання насосних станцій: навчальний посібник / В. О. Панченко, В. Ф. Герман, О. В. Івченко та ін. ;

за загальною редакцією В. О. Панченка. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 270 с.

21. Kotliar, A., Basova, Y., Ivanov, V., Litvynenko, M., Zinchenko, O. Ensuring the economic efficiency of enterprises by multi-criteria selection of the optimal manufacturing process. *Management and Production Engineering Review*, 2020, 11(1), стр. 52–61.

22. Dodok, T., Čuboňová, N., Císar, M., Ivanov, V., Wiecek, D. Influence of CNC milling strategies on complex surface machining. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, 776(1), 012002.

23. Zaloga, V., Dyadyura, K., Rybalka, I., Pandova, I., Zaborowski, T. Enhancing efficiency by implementation of integrated management system in order to align organisational culture and daily practice. *Management Systems in Production Engineering*, 2020, 28(4), стр. 304 – 311.

24. Anisimov, V.M., Panda, A., Anisimov, V.V., Dyadyura, K., Pandova, I. About wear resistance of linear block-polyurethanes. *MM Science Journal*, 2020, 2020(November), стр. 4068–4073.

25. Dyadyura, K., Pererva, V. Physical-mechanical properties and structural-phase state of nanostructure wear-resistant coatings based on nitrides of metals W and Cr. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020, стр. 402 – 409.

26. Martsynkovskyy, V., Tarelynyk, V., Konoplianchenko, I., Gaponova, O., Antoszewski, B., Kundera, Cz., Dyadyura, K., Tarelynyk, N., Sarzhanov, B., Mikulina, M., Gapon, O., Semernya, O. New Process for Forming Multicomponent Wear-Resistant Nanostructures by Electrospark Alloying Method. *Springer Proceedings in Physics*, 2020, 240, стр. 135–149.

27. Dynnyk, O., Denysenko, Y., Zaloga, V., Ivchenko, O., Yashyna, T. Information support for the quality management system assessment of engineering enterprises. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020, стр. 65–74.

28. Korotun, M., Denysenko, Y., Malovana, N., Dutchenko, O. Improvement of the Effectiveness of General Engineering Courses Using Trainers. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020, стр. 23–34.

29. Denysenko, Y., Kysylevska, A., Panchenko, O., Zaloga, V., Dynnyk, O. Decision-making based on prediction of oil quality indicators in the enterprise's information system. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020, стр. 25–31.

30. Ivchenko, O., Zhyhylii, D., Zaloha, O., Zaloga, V., Dehtiarenko, O. Resolution of the friction coefficient of adhesion under cutting. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020, стр. 98–107.

31. Ivanov, V., Pavlenko, I., Zaloga, V., Liaposhchenko, O., Pirogov, D. Technological Features of Locating Charts in Fixture Design. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2020, 128 LNNS, стр. 66–74.

32. Ivanov, V., Dehtiarov, I., Zaloga, V., Kosov, I., Savchuk, V. Increasing Productivity of Connecting Rods Machining. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020, стр. 264–275.

33. МПК С21D8/00 СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВАЛУ АТОМНОГО НАСОСУ ЗІ СТАЛІ 14X17H2 Харченко Надія Анатоліївна, Руденко Лідія Федорівна, Карінцев Іван Борисович. Дегула Андрій Іванович, Кайдаш Дмитро Віталійович, Ольховик Катерина Євгенівна, Івченко Олександр Володимирович, Жигилій Дмитро Олексійович, Панченко Віталій Олександрович, Гладишев Дмитро Петрович, Антонов Анатолій Павлович.

34. Особливості оцінки відповідності електронних засобів вимірювальної техніки / Антонов А. П. // Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) – Суми: Сумський державний університет, 2020. – С. 80.

35. Міжнародні й національні стандарти у сфері управління ризиками та вимоги технічних регламентів до засобів вимірювальної техніки / Чучук Т. Є., Антонов А. П., Хлібченко В. В., Івченко О. В. // Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) – Суми: Сумський державний університет, 2020. – С. 81–82.

36. Інтегрування менеджменту ризику в системи управління відповідно до вимог міжнародних стандартів / Чучук Т. Є., Гладишев Д. П., Разуєва А. Д., Івченко О. В. // Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) – Суми: Сумський державний університет, 2020. – С. 83–84.

37. Дядюра К. О., Залога В. О. Залога Р. О., Підлісний В.В. Забезпечення відповідності вимогам ортопедичних виробів на основі етиленвінілацетату. Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали та програма VII Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.). СумДУ, С. 85 – 86.

38. Дядюра К. О., Гребеник Л. І. The neural network Decision Support System for life cycle management of engineering nanomaterials in accordance with the nanosafety norms. «Nanotechnology and nanomaterials» (Nano-2020).

39. ISO 19440:2020 Enterprise modelling and architecture — Constructs for enterprise modelling.

40. Залога Р.О. Нормативне забезпечення питань безпеки матеріалів ортопедичного призначення на основі етиленвінілацетату / Р.О Залога., К.О. Дядюра, В.О. Залога, О.О. Залога // «Technical Using of Measurement-2020»: Тези доповідей VI Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині інформаційно-вимірювальних технологій та метрології, 4–7 лютого 2020 року / Відп. за випуск Володарський Є. Т. Академія метрології України. – Львів: ТЗОВ «Галицька видавнича спілка», 2020. – (176 с) С. 56-57.

41. Іванов В.О. Інтенсифікація механічного оброблення деталей типу кронштейн / В.О. Іванов, В.О. Залога, В.О. Колос // Збірник наукових праць IX -ої Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології в машинобудуванні» 3-7 лютого 2020 р. – Львів – Плай, 2020, - (168 с.) С. 87 – 90.

42. Денисенко Ю. О., Царицин В.О. Актуальність дослідження процесів контролю складнопрофільних поверхонь. Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво: матеріали Дев'ятнадцятої міжнародної молодіжної науково-технічної конференції (м. Суми, 25–26 листопада 2020 року) /

редкол.: В. О. Залога, О. В. Івченко. Суми: Сумський державний університет, 2020. - С. 167-168.

43. Гаврилко В. М., Залога Р. О., Дядюра К.О., Залога В.О. До питання пошуку критеріїв вибору матеріалів на основі їхніх механічних характеристик для ортопедичних устілок (ортезів) в залежності від цілей їх практичного використання. *Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво: матеріали Дев'ятнадцятої міжнародної молодіжної науково-технічної конференції* (м. Суми, 25–26 листопада 2020 року) / редкол.: В. О. Залога, О. В. Івченко. Суми: Сумський державний університет, 2020. - С. 20 - 21

44. Дядюра К.О., Калініченко І.П. Розширення можливостей європейської стандартизації для успішності впровадження «European Green Deal». *Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво: матеріали Дев'ятнадцятої міжнародної молодіжної науково-технічної конференції* (м. Суми, 25–26 листопада 2020 року) / редкол.: В. О. Залога, О. В. Івченко. Суми: Сумський державний університет, 2020. - С. 168 – 169.

45. Чучук Т. Є., Гладишев Д. П., Івченко О. В., Разуєва А. Д. Інтегрування менеджменту ризику в системи управління відповідно до вимог міжнародних стандартів. *Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали та програма VII Всеукраїнської науково-технічної конференції* (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) / редкол.: О. Г. Гусак, І. В. Павленко. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – С. 83-84

46. Чучук Т. Є., Антонов А. П., Івченко О. В., Хлібченко В. В. Міжнародні й національні стандарти у сфері управління ризиками та вимоги технічних регламентів до засобів вимірювальної техніки. *Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали та програма VII Всеукраїнської науково-технічної конференції* (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) / редкол.: О. Г. Гусак, І. В. Павленко. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – С. 81-82.

47. Залога Р.О., Підлісний В.В., Дядюра К.О., Залога В.О. Забезпечення відповідності вимогам ортопедичних виробів на основі етиленвінілацетату. *Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали та програма VII*

Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) / редкол.: О. Г. Гусак, І. В. Павленко. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – С. 85 – 86.

48. Мортеза Р. З., К вопросу о разработке систем управления качеством нефтегазовых продуктов / Раджаб Заде Мортеза, В.А.Залога // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали науково-технічної конференції 21-24 грудня 2020 року / За заг. ред В.Д. Ковальова. – Краматорськ: ДДМА, 2020. – (112с.) С. 71.

49. ДСТУ ISO 9004:2018 Управління якістю. Якість організації. Настанови щодо досягнення сталого успіху (ISO 9004:2018, IDT).

50. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016 Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем (ISO/IEC/IEEE 15288:2015, IDT).

51. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15939:2018 Инженерия систем и программных средств. Процесс измерения (ISO/IEC/IEEE 15939:2017, IDT).

52. ДСТУ ISO 13053-1:2016 Статистический контроль. Количественные методы улучшения процесса. Шесть Сигма. Часть 1. Методология (ISO 13053-1:2011, IDT).

53. ДСТУ ISO/IEC TR 24748-2:2015 Разработка систем и программного обеспечения. Управление жизненным циклом. Часть 2. Руководство по применению ISO/IEC 15288 (Процессы жизненного цикла системы).

1 ISO 20140-3:2019 Automation systems and integration — Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment — Part 3: Environmental performance evaluation data aggregation process

2 Sara AlMuhayfith, Hani Shaiti The Impact of Enterprise Resource Planning on Business Performance: With the Discussion on Its Relationship with Open Innovation. J. Open Innov. Technol. Mark. Complex. 2020, 6, 87.

3 ДСТУ EN 62264-1:2019 Интеграция систем управления предприятием и производством. Часть 1. Модели и терминология (EN 62264-1:2013, IDT; IEC 62264-1:2013, IDT)

4 ДСТУ EN 62264-2:2019 Интеграция систем управления предприятием и производством. Часть 2. Объекты и атрибуты для интегрирования систем управления предприятием и производством.

5 ISO 20140-1:2019 Automation systems and integration - Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment - Part 1: Overview and general principles", IDT

6 ISO 20140-1:2019 «Automation systems and integration — Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment — Part 1: Overview and general principles». IDT

7 Zhu, L., Johnsson, C., Varisco, M., Schiraldi, M.M., Key performance indicators for manufacturing operations management – gap analysis between process industrial needs and ISO 22400 standard. *Procedia Manufacturing*. Volume 25, 2018, P. 82-88.

8 Borja Ramis Ferrer, Usman Muhammad, Wael M. Mohammed, José L. Martínez Lastra, Implementing and Visualizing ISO 22400 Key Performance Indicators for Monitoring Discrete Manufacturing Systems. *Machines* 2018, 6(3), 39.

9 ДСТУ ISO 22400-2:2019 Автоматизированные системы управления производством. Ключевые показатели эффективности (KPIs) для управления производственными процессами. Часть 2. Определение и описание (ISO 22400-2:2014, IDT)

10 PAS 19450:2015 "Automation systems and integration - Object-Process Methodology", IDT

11 ISO/IEC 11179-1:2015 Information technology — Metadata registries (MDR) — Part 1: Framework

12 ISO/IEC/IEEE 42010:2011 Systems and software engineering — Architecture description.

13 ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016 Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем (ISO/IEC/IEEE 15288:2015, IDT)

15 ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models

16 ДСТУ ISO 13053-1:2016 Статистический контроль. Количественные методы улучшения процесса. Шесть Сигма. Часть 1. Методология (ISO 13053-1:2011, IDT).

17 IEC 60300-3-11:2009 Dependability management - Part 3-11: Application guide - Reliability centred maintenance.

18 ГОСТ Р 59187-2020 Управление данными о качестве изделий на стадиях жизненного цикла. Номенклатура показателей.

19 ГОСТ Р 58302-2018 Управление стоимостью жизненного цикла. Номенклатура показателей для оценивания стоимости жизненного цикла изделия. Общие требования.

20 IEC 60300-1:2014 "Dependability management - Part 1: Guidance for management and application", IDT.