

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ХЛЕВНИЙ АНДРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 005.311.2:004.94

**МОДЕЛІ, МЕТОД ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ
УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ВИРОБНИЦТВА
МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Спеціальність: 05.13.06 – інформаційні технології

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник

Павленко Петро Миколайович

доктор технічних наук, професор

Київ 2015

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ	12
1.1. Аналіз інформаційних процесів ТПВ сучасних машинобудівних підприємств	12
1.2. Аналіз сучасних інформаційних технологій та систем обробки даних ТПВ	17
1.3. Аналіз проблемних завдань управління даними та інформаційними потоками ТПВ	24
1.4. Сучасний стан управління ТПВ.....	30
1.5. Обґрунтування та визначення завдань дослідження	33
ВИСНОВКИ	35
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ТА МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ВИРОБНИЦТВ	36
2.1. Формальне представлення ТПВ розосереджених виробництв.....	36
2.2. Модель взаємодії активних інформаційних елементів ТПВ.....	42
2.3. Розробка методу оцінки управління ТПВ	65
2.3.1. Цілі і завдання управління системою ТПВ	65
2.3.2. Класифікація і вибір основних параметрів управління системою ТПВ	67
2.3.3. Відбір та ранжування ключових показників діяльності у процесах ТПВ	75
2.3.4. Метод оцінки управління ТПВ	80
2.3.5. Відбір експертів для проектної процедури визначення вагових коефіцієнтів ключових показників діяльності.....	85
ВИСНОВКИ	87
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МЕТОДУ УПРАВЛІННЯ ТПВ	89
3.1. Алгоритм розробки процесної моделі управління ТПВ.....	89

3.2. Розробка процесної моделі узгодженої взаємодії фахівців у процесі ТПВ	95
3.2.1. Організаційна модель та ключові показники діяльності ТПВ	95
3.2.2. Моделі технічних та інформаційних ресурсів ТПВ	98
3.2.3. Діаграма носіїв інформації.....	99
3.2.4. Процесні моделі ТПВ розосереджених підприємств	99
3.3. Визначення та оптимізація ключових показників діяльності в моделях ТПВ розосереджених підприємств.....	102
3.3.1. Математична модель норми керованості в організаційних і інформаційних моделях ТПВ	102
3.3.2. Математична модель розрахунку кількості фахівців, задіяних у інформаційній складовій ТПВ.....	108
3.3.3. Інформаційна та математична модель розрахунку середньої вартості розробки комплекту КТД та вартісних категорій процесів ТПВ	112
3.4. Метод управління ТПВ	114
ВИСНОВКИ	118
РОЗДІЛ 4. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ТПВ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ВИРОБНИЦТВ	119
4.1. Архітектурні рішення інформаційної технології.....	119
4.2. Розробка інформаційного та програмного забезпечення для управління ТПВ	123
4.3. Імітаційне моделювання процесу управління ТПВ.....	127
4.4. Практичні результати та ефективність використання розробленої інформаційної технології.....	161
ВИСНОВКИ	167
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	169
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	171
ДОДАТКИ	187

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АСТПВ	– автоматизована система технологічної підготовки виробництва
АСУП	– автоматизована система управління підприємством
АСУТП	– автоматизована система управління технологічними процесами
БД	– база даних
ЄСКД	– єдині стандарти конструкторської документації
ЄСТПВ	– єдина система технологічної підготовки виробництва
ЖЦВ	– життєвий цикл виробу
ІАС	– інтегровані автоматизовані системи
ІС	– інтегроване інформаційне середовище
ІТ	– інформаційні технології
КД	– конструкторська документація
КТ	– технологічна документація
КТБ	– конструкторсько-технологічне бюро
КТД	– конструкторсько-технологічна документація
САПР ТП	– системи автоматизованого проектування технологічних процесів
СУБД	– система управління базами даних
ТБ	– технологічне бюро
ТД	– технологічна документація
ТП	– технологічний процес
ТПВ	– технологічна підготовка виробництва
ЧПК	– числове програмне керування
CAD	– Computer Aided Design (комп'ютерна підтримка конструкторського проектування)
CAM	– Computer Aided Manufacturing (комп'ютерна підтримка технологічного проектування)
CAPP	– Computer Aided Process Planning (комп'ютерне планування)

- процесів підготовки виробництва)
- CNC – Computer Numerical Control (система управління керуванням)
 - CPC – Collaborative Product Commerce (спільна розробка і використання інформації про виріб)
 - CRM – Customer Relationship Management (управління відносинами з клієнтами)
 - ERP – Enterprise Resource Planning (планування і управління підприємством)
 - MES – Manufacturing Execution System (управління виробничою дільницею)
 - MRP – Material Requirement Planning (планування матеріальних потреб)
 - MRP II – Manufacturing Resource Planning (планування ресурсів виробництва)
 - PDM – Product Data Management (управління даними про виріб)
 - PLM – Product Life-cycle Management (управління життєвим циклом виробу)
 - SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерське управління та збір даних)
 - SCM – Supply Chain Management (системи управління поставками)
 - TQM – Total Quality Management (загальне управління якістю)

ВСТУП

Актуальність теми. Автоматизація процесів управління та прийняття управлінських рішень на основі створення і використання інформаційних технологій та систем є одним із основних напрямків підвищення ефективності промислового виробництва України. У повній мірі це відноситься і до технологічної підготовки виробництва (ТПВ) сучасних машинобудівних підприємств. Інтегровані CAD/CAM/CAE, CAPP та PDM-системи автоматизують більшість процесів ТПВ і застосовуються практично на всіх машинобудівних підприємствах. Однак, у сучасних умовах конкуренції та необхідності скорочення термінів підготовки виробництва, необхідно виходити на новий рівень використання інформаційних технологій та систем.

Проблемам теоретичного та методологічного розвитку інформаційних технологій управління процесами ТПВ присвячені роботи таких вітчизняних та зарубіжних вчених як А.В. Бредіхін, Г.Б. Євгенєва, І.П. Норенков, П.М. Павленко, В.В. Павлов, П.О. Руденко, В.І. Скурихін, В.Г. Колосова, П.М. Кузнецова, Д.Д. Кулікова, К.С. Кульга, А.І. Левіна, О.Ю. Мартинов, А.В. Мухіна, М.І. Barrenechea, С. Diedrich, Т. Jenkins, Т. Karniel, J. Kastelyn, М. Muhlhouse, J. Taylor та інших. Разом із тим аналіз сучасних наукових робіт з автоматизації процесів управління ТПВ показав, що у даний час зусилля вчених зосереджені в основному на вирішенні проблем інформаційної інтеграції функцій і завдань ТПВ та забезпеченні єдиного інтегрованого середовища автоматизованих систем виробничого призначення.

Найбільш вагомих результатів у цьому напрямі досягнуто закордонними розробниками завдяки створенню PDM-систем, які реалізують технологію управління даними та процесами, як ТПВ так і інших етапів життєвого циклу виробів. Значні досягнення отримані компаніями Dassault Systèmes (Франція), Siemens PLM Software (Німеччина), АСКОН (Росія). Разом із тим, як PDM-системи так і сучасні PLM-технології (Product Lifecycle Management)

не вирішують завдань комплексного управління ТПВ, та не враховують специфіку ТПВ розосереджених виробництв і не мають механізмів формалізації та алгоритмізації процесів управління ефективністю ТПВ, як машинобудівних так і інших промислових підприємств дискретного типу виробництва.

Тому існує нагальна потреба в подальшому дослідженні методів та засобів моделювання даних та процесів ТПВ з метою їх удосконалення. А розробка моделей, методу та інформаційної технології управління ТПВ машинобудівних підприємств є надзвичайно актуальною на сьогоднішній день. Таким чином, усе це зумовило необхідність вирішення актуального науково-технічного завдання підвищення ефективності управління ТПВ за рахунок розроблених моделей, методу, створення і використання інформаційної технології.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційного дослідження є узагальнення, розвиток та розробка моделей, методу та інформаційної технології управління технологічною підготовкою машинобудівного підприємства на базі сучасних CALS та PLM – технологій.

Відповідно до поставленої мети, сформульовані наступні завдання дослідження:

1. Провести аналіз інформаційних технологій обробки та управління даними ТПВ, можливостей сучасних інтегрованих автоматизованих систем виробничого призначення, щодо управління процесом ТПВ, обґрунтувати і сформулювати завдання дослідження.

2. Виявити і формалізувати інформаційні об'єкти ТПВ та розробити на їх основі організаційні, функціональні та інформаційні моделі процесів ТПВ для виявлення показників діяльності.

3. Встановити ключові показники ТПВ, провести їх відбір, ранжування і імітаційне моделювання процесів управління ТПВ.

4. Розробити модель оцінки індексу керівництва з урахуванням особливостей розосереджених машинобудівних підприємств.

5. Розробити метод управління ТПВ з використанням встановлених даних та ключових показників діяльності управління, що впливають на ефективність процесів управління ТПВ.

6. Створити інформаційну технологію управління ТПВ для її базових процесів та методику її використання.

7. Провести апробацію та дослідження ефективності розроблених моделей та методу в умовах діючих машинобудівних підприємств.

Об'єкт дослідження – процеси технологічної підготовки виробництва машинобудівного підприємства.

Предмет дослідження – моделі, методи, інформаційні засоби та технології управління даними і процесами технологічної підготовки виробництва машинобудівних підприємств.

Методи дослідження – метод функціонального моделювання (опис та моделювання процесів управління ТПВ), теорія множин та алгебра логіки (формалізація взаємозв'язків між учасниками ТПВ), методи експертної оцінки та метод парних порівнянь (при визначенні основних характеристик управління ТПВ), компонентна технологія проектування програмних систем (побудова архітектури інформаційної технології та розробки програмного забезпечення), метод імітаційного моделювання (при описі та моделюванні системи ТПВ). Для вирішення завдань моделювання управління ТПВ використано імітаційне моделювання інструментальними засобами ARIS Simulation, для створення інтегрованого інформаційного середовища – PDM-систему ENOVIA SmarTeam v6, а також засоби розробки та проектування конструкторської і технологічної документації – CATIA V5, Компас-3D.

Наукова новизна отриманих результатів:

Вперше:

1. Запропоновано і обґрунтовано метод управління процесами технологічної підготовки виробництва, який, на відміну від існуючих, розраховує керованість процесів управління, необхідну кількість фахівців та

базові показники діяльності, що дозволяє забезпечити ефективне управління ТПВ машинобудівних підприємств.

2. Розроблена математична модель індексу керівництва, яка враховує фактори, що впливають на процеси управління та координацію роботи структурних підрозділів технологічної підготовки виробництва сучасних машинобудівних підприємств.

Удосконалено метод оцінки управління технологічною підготовкою виробництва, який, на відміну від існуючих, відображає стан процесів у часі, їх динаміку та забезпечує керівника актуальною інформацією про стан ТПВ.

Отримали подальший розвиток: теоретичні основи формалізації процесів управління технологічною підготовкою виробництва за рахунок використання функціональних моделей процесів технологічної підготовки виробництва, які, на відміну від існуючих підходів, враховують особливості розосереджених машинобудівних підприємств.

Практичне значення одержаних результатів:

1. Розроблено алгоритмічне, інформаційне та програмне забезпечення підсистеми управління ТПВ, яка є основою реалізації створеної інформаційної технології управління процесами ТПВ машинобудівних підприємств.

2. Представлено методику розрахунку індексу керівництва, яка враховує фактори, що впливають на час, потрібний керівникам ТПВ для організації управління та координації роботи структурних підрозділів.

3. Розроблено методику автоматизованого аналізу й оцінки управління ТПВ та методику використання інформаційної технології.

Практичні результати дисертаційної роботи апробовано та впроваджено на підприємствах ПАТ «Мотор Січ» (м. Запоріжжя), ПАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе» (м. Суми) та використовується у науковому і навчальному процесах Національного авіаційного університету (м. Київ), Вінницького національного технічного університету (м. Вінниця).

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, які відображено у дисертаційній роботі, отримані самостійно. Результати співавторів сумісних статей до тексту дисертації не включено. Одна стаття опублікована без співавторів. У надрукованих статтях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належить наступне: [1] – розрахунок об’ємів виробництва; [2] – оцінка ефективності процесу підготовки ІТ фахівців; [3] – розробка методу відбору ключових показників ефективності ТПВ; [5] – методика аналізу та управління ТПВ; [6] – розробка методу аналізу і управління ефективністю технологічної підготовки виробництва; [7 – 21] – результати розроблених методів та імітаційні моделі управління ТПВ.

Апробація результатів роботи. Основні положення та наукові результати дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на ІХ Міжнародній науково-практичній конференції студентів та молодих учених «Політ. Сучасні проблеми науки» (м. Київ, НАУ, 2009 р.); на ІІ Міжнародній науково-технічній конференції «Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси» (Київ, НАУ, 2009р.); на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції «АВІА-2009» (Київ, НАУ, 2009р.); The Fifth World Congress “Aviation in the XXI-st Century. Safety in Aviation and Space Technology”, (Kyiv, NAU, 2010); на ІV Міжнародній науково-технічній конференції «Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси» (Київ, НАУ, 2011р.); на Х Міжнародній науково-технічній конференції «АВІА-2011» (Київ, НАУ, 2011р.); на І Міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (м.Чернігів, ЧДТУ, 2011р.); на науково-технічній конференції студентів та молодих учених «Наукоємні технології» (Київ, НАУ, 2011р.); The Fifth World Congress «Aviation in the XXI-st Century. Safety in Aviation and Space Technology» (Kyiv, NAU, 2012); на ІV Міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (м.Чернігів, ЧДТУ, 2014р.); The Sixth World Congress «Aviation in the XXI-st Century. Safety in Aviation and Space Technology» (Kyiv, NAU, 2014); Політ.

Сучасні проблеми науки: матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів (Київ, НАУ, 2015р.) ; АВІА-2015: XII Міжнар. наук.-техн. конф., (Київ: НАУ, 2015р.); Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: V Міжнар. наук.-практ. конф., (ЧДТУ, Чернігів, 2015р.).

Публікації. Основні наукові положення, висновки і результати дисертаційного дослідження знайшли відображення у 21 друкованій праці, з них: 6 статей у фахових виданнях (у тому числі 3 роботи у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз), 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір та 14 тез доповідей на конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та семи додатків. Загальний обсяг роботи складає 170 сторінок, містить 84 рисунки, 37 таблиць. Перелік використаних джерел містить 152 найменування.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою даного розділу є виявлення основних недоліків існуючих процесів обробки та управління даними ТПВ на промислових машинобудівних підприємствах України. Встановлено, що для ефективного управління ТПВ на сучасному машинобудівному підприємстві необхідно використовувати дані з різних інтегрованих автоматизованих систем, які мають різноформатне представлення – текстове, графічне, у вигляді 3D-моделей та інше. Оперативність обробки даних ТПВ, та їх достовірність не відповідають вимогам сучасних інформаційних технологій. Проаналізовано функціональні можливості інтегрованих автоматизованих систем виробничого призначення. Встановлено, що до функцій жодної з них не входить аналіз та управління ТПВ машинобудівного підприємства, котре б забезпечувало підвищення її ефективності.

Проведено аналіз існуючих інформаційних технологій моделювання виробничих даних, які використовуються у процесі аналізу та управління ТПВ. Обґрунтовано переваги імітаційного моделювання виробничих даних інструментальними засобами ARIS Simulation згідно методології ARIS. Проведено аналіз та виявлено недоліки існуючих методів обробки та управління даними ТПВ машинобудівних підприємств, що дозволило визначити основні етапи наукових досліджень та сформулювати завдання дисертаційної роботи.

1.1. Аналіз інформаційних процесів ТПВ сучасних машинобудівних підприємств

ТПВ вітчизняних промислових підприємств має суттєві відмінності від підготовки виробництв у промислово розвинених країнах світу і на даний час не задовольняє вимог сучасних промислових виробництв. Із радянських часів залишилась традиційна організаційна, методологічна, інформаційна та нормативна основа ТПВ. Разом із тим із 90-х років минулого століття

підприємствам стали частково доступні різноманітні інформаційні системи проектування, управління та документообігу. Але для їх впровадження та використання потрібно мати значні фінансові ресурси, відповідно підготовлених фахівців та вміти ефективно їх використовувати.

Як правило, всі системи мають закриті базові, програмні та математичні ядра, які є комерційною таємницею їх розробників. Крім того, кожна з систем реалізує закладену в неї технологію обробки даних відповідно до закладених розробниками системи шаблонів виробничих бізнес-процесів. На жаль, як дані так і процеси ТПВ у країнах, де розроблялись (і використовуються) інформаційні системи мають принципово іншу основу для їх формування.

Проведемо аналіз інформаційних процесів ТПВ, машинобудівного підприємства з точки зору обробки даних. ТПВ включає в себе три основні складові: організаційну, конструкторську та технологічну. Організаційна підготовка пов'язує між собою конструкторську і технологічну підготовку. Із розвитком інформаційних технологій цей зв'язок посилюється і стає ключовим при створенні єдиного інформаційного простору між технологіями і конструкторами, у зв'язку з появою PDM – систем.

На рис. 1.1 відображені основні етапи ТПВ. На кожному з них виконуються типові проектні процедури по розробці технологічної та конструкторської документації як в електронному, так і в паперовому вигляді, реалізуються процеси аналізу, планування та управління ТПВ.

У даній роботі досліджуються процеси розробки технологічної та конструкторської документації (ТД і КД). Даний процес є найбільш трудомістким та відповідальним. Результати даного процесу мають найбільший вплив на ефективність ТПВ.

Важливою особливістю ТПВ сучасних машинобудівних підприємств є необхідність врахування специфіки розосереджених територіально структурних підрозділів ТПВ [22, 24].

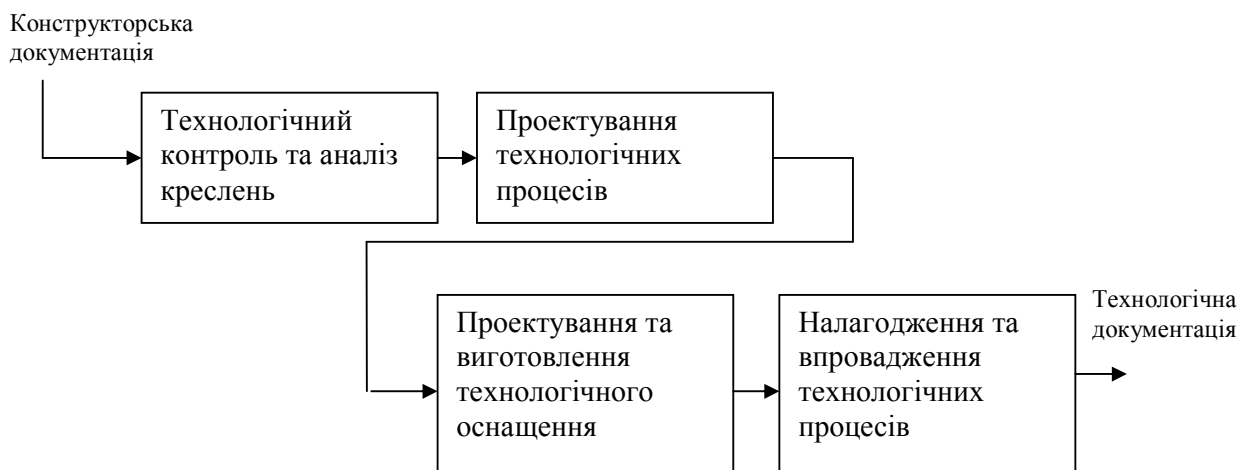


Рис. 1.1 Структурна схема основних етапів технологічної підготовки виробництва

На думку багатьох закордонних експертів, у сфері інформаційних технологій, саме розосереджені підприємства забезпечать у найближче десятиліття зростання прибутків корпорацій, міждержавну кооперацію та інтеграцію. На жаль, у вітчизняних науково-дослідних та проектних роботах відсутні розробки, що пов'язані з науковим та методологічним забезпеченням процесу функціонування ТПВ розосереджених підприємств на базі сучасних інформаційних технологій і стандартів [25].

ТПВ розосереджених підприємств тісно пов'язана з конструкторсько-технологічним змістом реалізованих проектів. У першу чергу це відноситься до задач управління даними і процесами територіально розосереджених структурних підрозділів, які реалізують ТПВ підприємства.

Як підтверджують дослідження ряду авторів [25, 27, 28] особливо проблемною є автоматизація обробки даних процесів ТПВ, яка потребує постійного перерозподілу праці, високого рівня узгодженості дій спеціалістів. До даного часу не існує єдиної (типової) автоматизованої системи ТПВ.

Розглянемо вхідні дані у систему ТПВ, та результати які необхідно отримати після їх обробки. Вхідними даними для проведення ТПВ є:

- 1) повний комплект конструкторської документації на виріб ;
- 2) максимальний річний обсяг випуску продукції при повному освоєнні виробництва, з урахуванням виготовлення запасних частин і поставок по кооперації;
- 3) передбачуваний термін випуску виробів і обсяг випуску по роках з урахуванням сезонності;
- 4) планований режим роботи підприємства (кількість змін, тривалість робочого тижня) ;
- 5) запланований коефіцієнт завантаження обладнання основного виробництва і ремонтна стратегія підприємства;
- 6) плановані кооперовані поставки підприємству деталей, вузлів, напівфабрикатів із підприємств - постачальників;
- 7) плановані поставки підприємству стандартних виробів із підприємств - постачальників;
- 8) передбачувані ринкові ціни нових товарів, виходячи з цінової стратегії підприємства і його цілей;

Загальним завданням ТПВ є забезпечення повної технологічної готовності підприємства до виробництва виробів із заданими техніко-економічними показниками (високим технічним рівнем, якістю виготовлення, а також із мінімальними трудовими і матеріальними витратами при певному технічному рівні підприємства і планованих обсягах виробництва) [22, 29].

Технологічна підготовка виробництва у радянські часи регламентувалась стандартами "Єдиної системи технологічної підготовки виробництва". Впровадження і використання систем автоматизації ТПВ, зміна планової та організаційних структур призвели до майже повного відходу від використання даних стандартів. У Росії створюють нові міждержавні стандарти ТПВ, які враховують сучасні вимоги як інформаційних систем так і інші суспільні зміни [26].

Тобто, на кожному підприємстві у рамках управління системою ТПВ є перелік інформації, яку необхідно отримати в результаті обробки вхідних даних системою ТПВ. У загальному вигляді цю інформацію можна розділити на планову, технологічну, конструкторську, та допоміжну (повідомлення про зміну, акти виконаних робіт, та інше).

Аналіз ТПВ базових для дослідження підприємств та технічної літератури [11, 16, 18] з питань організації та управління ТПВ дозволив описати основні процеси та роботи сучасної ТПВ машинобудівних підприємств (Таблиця 1.1).

Таблиця 1.1-

Основні процеси та роботи ТПВ

Базові процеси ТПВ	Зміст робіт ТПВ	Виконавці
Відпрацювання конструкції на технологічність	Відпрацювання конструкції виробу, складальних одиниць на технологічність. Участь у виготовленні дослідного зразка	Відділи головних спеціалістів (конструкторів та технологів - ВГТ, ВГК, та інші).
Технологічне проектування	Розподіл номенклатури деталей і зборок між цехами та підрозділами підприємства. Розробка технологічних маршрутів руху об'єктів виробництва. Розробка прогресивних технологічних процесів виготовлення і контролю деталей, складання та випробувань та іншої технологічної документації. Типізація технологічних процесів, розробка базових і групових процесів. Техніко-економічне обґрунтування технологічних процесів.	ВППВ, Відділи головних спеціалістів (ВГТ, ВГК та інші) Планово-фінансовий та економічний відділи.
Вибір обладнання	Вибір та обґрунтування універсального, спеціального, агрегатного і нестандартного обладнання. Видача завдань на проектування цього обладнання, а також на проектування гнучких автоматичних, автоматизованих, роботизованих ліній і комплексів, конвеєрів, транспортних засобів і т.д.	Відділи головних спеціалістів (ВГТ, ВГК та інші).
Вибір і технологічне конструювання оснастки	Вибір необхідного спеціального, універсального та уніфікованого оснащення. Проектування (технологічне конструювання) оснастки.	Відділи головних спеціалістів (ВГТ, ВГК та інші) Економічний відділ.

	Техніко-економічні обґрунтування вибору і застосування оснастки	
Нормування	Нормування. Установлення поопераційних технічних норм часу всіх технологічних процесів. Розрахунки норм витрат матеріалів (подетальні та зведені)	Відділ праці та нормування. Відділи головних спеціалістів (ВГТ, ВГК)
Планування ТПВ	Прогнозування, планування та моделювання ТПВ	Відділ планування підготовки виробництва
Управління	Оперативне в рамках службової підпорядкованості та стратегічне	Керівники структурних підрозділів

Різноманітність робіт та інформації необхідної для ТПВ, приводить до використання різних форматів даних. Так креслення, 3D-моделі (stp, xls, 3Dxml, CATPart, CATProduct...) – несуть конструкторську та технологічну інформацію, таблиці та планові документи (catalog, doc, docx, txt, xls, xlsx...) – планову і нормувальну, схеми та діаграми (docx, txt, xls, ppt, pptx...) – статистичні дані, та дані щодо розподілу робіт. Саме різноманітність форматів даних і кількість інформації необхідної для управління ТПВ створюють основні складності у створенні автоматизованої системи ТПВ.

1.2. Аналіз сучасних інформаційних технологій та систем обробки даних ТПВ

Для управління ТПВ сучасних машинобудівних підприємств необхідно використовувати дані з різноманітних автоматизованих систем CAD/CAM/CAE, PDM, CAPP та інших, які при інтеграції між собою утворюють інтегроване інформаційне середовище (ІС) підприємства, яке поєднує дані про повний життєвий цикл виробу (ЖЦВ).

ЖЦВ включає ряд етапів, починаючи від зародження ідеї нового продукту до його утилізації після закінчення терміну використання. До них відносяться етапи маркетингових досліджень, проектування, ТПВ, власне виробництво, після продажного обслуговування та експлуатації продукції, утилізації. На всіх етапах життєвого циклу відбувається управління різними процесами для досягнення своїх цілей. При цьому учасники життєвого циклу прагнуть досягти поставлених цілей із максимальною ефективністю.

Інтеграція та інформаційна підтримка всіх етапів ЖЦВ істотно збільшує кількість даних, що безпосередньо впливають на процес управління ТПВ, однак можливість їх комплексного аналізу та автоматизації дозволить підвищити ефективність управління підприємством у цілому.

Промислово розвинуті країни світу інтенсивно впроваджують і використовують інформаційні технології та системи, які забезпечують наскрізну інтеграцію процесів і стадій промислового виробництва. Комп'ютерна підтримка етапів ЖЦВ знайшла своє відображення в методології та стандартах CALS. Відповідно до концептуальних положень CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) — безперервна інформаційна підтримка життєвого циклу продукції) реальні бізнес-процеси відображаються у віртуальному інформаційному середовищі, у якому опис продукту подано у вигляді повного електронного опису виробу, а середовище його створення й середовище експлуатації – у вигляді систем моделювання процесів. Усі три складові (розробка продукту, середовища його створення і середовища експлуатації) не тільки взаємозалежні, а й безперервно розвиваються впродовж ЖЦВ. Витрати на супровід автоматизованих систем становлять значну частку всіх витрат упродовж життєвого циклу, а найбільший економічний ефект можуть принести лише ті вдосконалення, які, насамперед, полегшують обробку даних, а також попереджують виникнення помилок чи дозволяють виявити їх на ранніх стадіях.

Створення єдиного інформаційного простору суттєво ускладнює завдання проектування та виробництва виробів із погляду автоматизації та управління всіх робіт. Проте її вирішують за допомогою використання автоматизованих систем управління етапами ЖЦВ. Автоматизація проектування здійснюється за допомогою систем автоматизованого проектування (САПР). У САПР машинобудівної галузі виділяють системи функціонального, конструкторського та технологічного проектування [31-33].

Перші з них мають назву системи розрахунків та інженерного аналізу або системи CAE (Computer Aided Engineering). Системи конструкторського проектування називають системами CAD (Computer Aided Design). Проектування технологічних процесів є частиною технологічної підготовки виробництва і виконується САМ (Computer Aided Manufacturing) системи.

Для вирішення проблем спільного функціонування компонентів САПР різного призначення, координації роботи систем CAE/CAD/CAM, управління проектними даними (тобто передачі даних, документів та завдань між фахівцями підприємства), а також задачі управління всім об'ємом даних, які утворюються, зберігаються та використовуються в різних системах, управління складом виробу – вирішуються за допомогою PDM (Product Data Management) технології. Вона вирішує завдання управління всіма даними про виріб та процеси, які формують та використовують ці дані на протязі всього ЖЦВ [51-53]. Ця технологія реалізована в PDM-системах, які широко представлені на ринку інформаційних технологій. Прикладом таких систем можуть бути: Omega Production (розробник фірма Omega Software, Росія), Party Plus («Лоція Софт», Росія), iMan (EDS PLM Solution), Windchill (PTC, США), Лоцман: PLM (АСКОН, Росія), TeamCenter (Siemens PLM Software, Німеччина), ENOVIA SmarTeam v6 (Dassault Systemes, Франція) [54-57] та ін. PDM системи входять до складу модулів конкретної САПР або мають самостійне призначення і можуть працювати спільно з різними САПР [55].

На більшості етапів життєвого циклу, починаючи з визначення підприємств-постачальників вихідних матеріалів і компонентів, закінчуючи реалізацією виробів, впроваджуються системи управління ланцюгами поставок – SCM. Прикладом систем SCM може бути російська система компанії BSE, яка складається із підсистем: Vector – для управління складським господарством; e-Partner – для управління взаємовідносинами з постачальниками та партнерами; e-Purchase – для управління торговими операціями.

Координація роботи розосереджених підприємств-партнерів з використанням Intrenet технологій здійснюється за допомогою систем E-commerce, які називають системами управління даними в інтегрованому інформаційному середовищі CPC (Collaborative Product Commerce).

Інформаційна підтримка етапу виробництва виробів здійснюється автоматизованими системами управління підприємством (АСУП) та автоматизованими системами управління технологічними процесами (АСУТП). До АСУП відносять системи планування та управління підприємством ERP (Enterprise Resource Planning), планування виробництва та вимог до матеріалів MRP-2 (Manufacturing Requirement Planning). Найбільш розвинені ERP системи виконують різні виробничі функції, пов'язані з плануванням виробництва, закупівлею, збутом виробів, аналізом перспектив маркетингу, управлінням фінансами, персоналом, обліком основних фондів та ін.

Системи MRP-2 орієнтовані, головним чином, на виробничі функції, що безпосередньо пов'язані з виробництвом. У деяких випадках системи SCM та MRP-2 входять у ERP як підсистеми, проте їх частіше розглядають як самостійні системи. Проміжне місце між АСУП та АСУТП займає виробнича виконавча система MES (Manufacturing Execution Systems), яка призначена для вирішення оперативних завдань управління виробництвом.

Лідером використання інформаційних ERP – систем в Україні є системи SAP R3 (Німеччина), BAAN (США), «ІТ-предприятие» (Україна), Парус (Росія), та Галактика (Росія).

До складу АСУТП входить система SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), яка виконує функції диспетчерування (збір та обробка даних про стан обладнання і технологічних процесів) та допомагає розроблювати програмне забезпечення для вбудованого обладнання. Для безпосереднього програмного управління технологічним обладнанням використовують системи CNC (Computer Numerical Control) на базі

контролерів, вбудованих у технологічне обладнання з числовим програмним керуванням.

Вітчизняні та закордонні ІАС використовують більшу частину даних, які генерують процеси ТПВ. Разом із тим, ІАС виробничого призначення продукують дані, які використовуються у ТПВ, що представлено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2-

Використання проектних, технологічних та планових даних ТПВ сучасними ІАС виробничого призначення

Назва ІАС	Виробничі задачі	Назва проектних, технологічних та планових даних
CRM, SCM	Виконання аналізу на відповідність номенклатурі, наявність аналогів.	Креслення виробів, експлуатаційні дані виробу, фізико-механічні характеристики та ін.
CAPP, CAD/CAM	Експертна оцінка рівня складності виробу	Дані по строкам виготовлення виробів, креслення виробів, дані по технологічному обладнанню та ін.
CAD/CAM, CAPP	Аналіз складності проектування виробу та ТПВ	Дані по технологічним процесам, дані по технологічному обладнанню, характеристики обладнання та ін.
MES, ERP,	Оцінка технічної спроможності виготовлення виробів	Дані по строкам виготовлення виробів, дані по технологічним процесам, дані про матеріальні та трудові ресурси та ін.
CAPP, MES	Оцінка завантаження обладнання	Дані по технологічним операціям, дані по технологічному обладнанню, дані по технологічним операціям і їх послідовності, дані про виробничу програму підприємства та ін.
CAD/CAM	Оцінка трудомісткості проектування оснастки	Дані про перелік професій з вказівкою кваліфікації та трудові розцінки, дані про матеріали і сировину та ін.
ERP, MES	Визначення економічної доцільності виготовлення виробу	Дані про вартість матеріалів, сировини, енергоспоживання, трудові розцінки та ін.

Перераховані вище автоматизовані системи для більшої ефективності повинні взаємодіяти у єдиному ІС. У основі Концепції єдиного інформаційного середовища лежить використання технології відкритої архітектури, міжнародних стандартів та апробованих комерційних продуктів обміну даними. Під ІС розуміють сукупність розподілених баз даних, у якій діють єдині, стандартні правила зберігання, оновлення, пошуку і передачі інформації, через яку здійснюється безпаперова інформаційна взаємодія між усіма учасниками ТПВ. Такий інформаційний простір забезпечує прискорення управлінських операцій, сприяє вдосконаленню управління, чим забезпечує конкурентоспроможність підприємства, фінансовий успіх, рентабельність продукції, безпечний і стійкий розвиток підприємства. На рис. 1.2 наведено схему інформаційної підтримки етапів ЖЦВ в інтегрованому інформаційному середовищі [16].

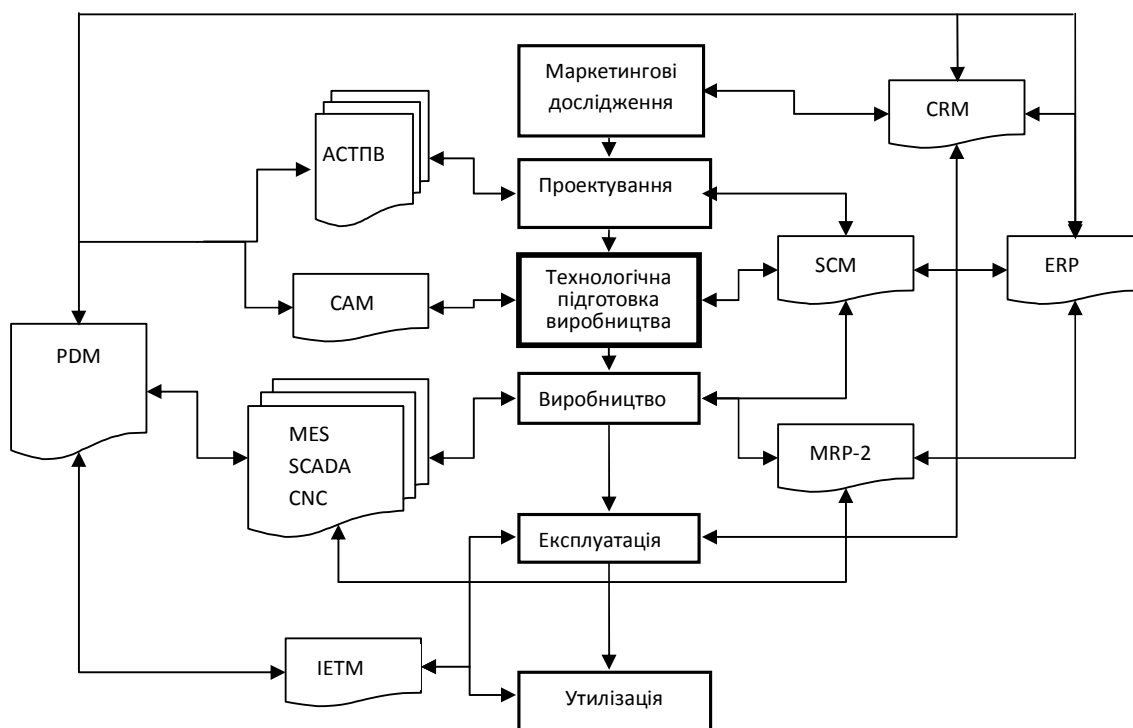


Рисунок 1.2 – Схема взаємозв'язку ІАС в ході інформаційної підтримки технологічної підготовки виробництва

Основними завданнями, які вирішують у результаті функціонування такого інформаційного простору, є наступні:

- створення єдиної інформаційної бази з великою кількістю віддалених один від одного об'єктів і підрозділів підприємства;
- забезпечення високошвидкісної передачі по каналах зв'язку будь-яких видів інформаційних потоків;
- інформаційна підтримка діяльності всіх підрозділів та об'єктів підприємства;
- автоматизація всіх процесів підприємства, їх оперативний контроль та управління;
- використання технічних засобів обробки та аналізу інформації;
- забезпечення необхідного рівня безпеки та захисту інформаційних ресурсів підприємств тощо.

Відповідно до вищевикладеного, ІС є сховищем даних, у якому зберігаються всі зведення, створювані та використовувані всіма підрозділами і службами підприємства у процесі їхньої виробничої діяльності. Це сховище має складну структуру і різноманітні зовнішні та внутрішні зв'язки.

Управління даними в інтегрованому інформаційному середовищі, єдиному для різних автоматизованих систем базується на використанні сучасних CALS-технологій та PLM-рішень. Підходи до створення ІС в них різні, проте мета одна – створення середовища, в якому функціонують САПР, ERP, PDM, SCM, CRM та інші ІАС виробничого призначення [42].

Відповідно до концептуальних положень CALS, реальні процеси відображаються у віртуальному інформаційному середовищі, у якому опис продукту, процесів та ресурсів подано у вигляді повного електронного опису, а середовище його створення й середовище експлуатації – у вигляді систем моделювання процесів. Усі три складові (визначення продукту, середовища його створення і середовища експлуатації) не тільки взаємозалежні, а й безперервно розвиваються впродовж життєвого циклу виробу. Предметом CALS є технології спільного використання інформації (інформаційної інтеграції) у процесах, що виконуються під час ЖЦВ. У основі CALS лежить комплекс єдиних інформаційних моделей, стандартизація способів доступу

до інформації та її коректної інтерпретації, забезпечення безпеки інформації, а також наявність методів і методик опису та представлення інформації про виріб, процеси та необхідні ресурси на всіх етапах ЖЦВ [38, 39].

Таким чином, аналіз ІТ та інформаційних систем обробки даних ТПВ показав, що в даний час існують не вирішені проблемні задачі в управлінні ТПВ, пов'язані з вибором та обробкою даних, необхідних для прийняття ефективних управлінських рішень.

1.3. Аналіз проблемних завдань управління даними та інформаційними потоками ТПВ

Розробка та впровадження інтегрованих інформаційних систем виробничого призначення – CAD/CAM/CAE, PDM та ERP-систем надало певні інструментальні засоби та інструменти для автоматизації завдань управління даними у ході ТПВ. Разом із тим, до даного часу відсутні інформаційні технології та системи, які б дозволили комплексно реалізувати управління даними і процесами ТПВ в умовах сучасних машинобудівних підприємств [16, 19, 20, 21].

Розглянемо отримані українськими та закордонними дослідниками наукові результати в цьому напрямку. Слід відмітити наявність певної кількості дослідницьких робіт економічного спрямування у яких автори вивчають і досліджують процеси ТПВ з метою підвищення її ефективності [27– 31].

Так, у роботі Альохіної О.Ф. введено поняття якості оперативного управління через оцінку руху інформаційних потоків, та кількості інформації, що передається між різними ієрархічними рівнями організаційної структури управління підприємством. Також проведено аналіз чотирьохрівневої ієрархічної організаційної структури управління виробництвом, встановлено динаміку ступеня реалізації професійного потенціалу керівників, що дозволило правильно планувати організацію управління з акцентом на отримання найбільш ефективних результатів із

управління підприємством. Запропонований спосіб підвищення ефективності виробництва пояснює, якими професійними якостями мають володіти керівники на різних рівнях управління, та яким чином ефективність управління залежить від кількості інформації переданої між рівнями.

У даній роботі автор розглядає проблему управління в цілому підприємством, не виділяючи ТПВ як окремих структурний виробничий та функціональний підрозділ підприємства, не враховуються особливості ТПВ на машинобудівних підприємствах із використанням для обміну даними інтегрованого інформаційного середовища та вплив різних типів організації ТПВ на її ефективність.

У роботах [28 – 31] розглянуто можливі варіанти підвищення ефективності управління виробництвом за рахунок оптимізації організаційно-економічних показників. Разом із тим, у даних роботах та інших, які розглядають задачі управління ТПВ із економічної точки зору, відсутня як формалізація і обробка даних ТПВ, так і розробка методів управління ТПВ, побудова на основі розроблених моделей, методів, інформаційних баз даних і програмних засобів відповідних інформаційних технологій.

Аналіз дисертаційних робіт із наукової спеціальності 05.13.06 та наукових статей по управлінню виробничими даними показав наявність певних результатів. Так, у роботі [32] Коршунова А.І. для підвищення ефективності функціонування виробничих систем машинобудування, пропонується створення і застосування автоматизованої системи технічного нормування та оцінки витрат на виготовлення виробу. Запропонована система вирішує лише частину завдань по управлінні технологічною підготовкою виробництва, а саме – автоматизовано задачі нормування робіт по підготовці виробництва. Автором не враховуються інші фактори, які суттєво впливають на управління ТПВ.

У роботі [33] для підвищення ефективності ТПВ використана інформаційна підтримка процесів ТПВ за допомогою PDM-системи у

порівнянні з застарілою – «острівною» автоматизацією. Сьогодні актуальність теми даної дисертації зменшилась, оскільки машинобудівні підприємства України перейшли на електронний обмін даними за допомогою PDM-систем, і ставлять собі за мету підвищувати ефективність їх використання, застосовуючи нові підходи до організації управління ТПВ.

У роботі [34] розроблено методи та алгоритми побудови систем управління технологічними процесами із структурною невизначеністю, за допомогою яких підвищується ефективність промислового виробництва. Результати роботи мають тільки опосередковане відношення до ТПВ. Питання управління даними ТПВ і їх обробка у роботі не розглядалися.

Автором роботи [35] запропоновано покращити систему ТПВ, шляхом впровадження розробленої підсистеми визначення конструктивно-технологічної складності і трудомісткості виготовлення деталей та організаційно-технічного рівня багатомономенклатурного виробництва, що дозволить скоротити час на нормування і визначити кількість інженерів для розробки ТД. Розроблена підсистема частково скорочує час на розподіл робіт, що дає певний ефект на систему в цілому. Натомість у роботі не розглянуто задачі управління ТПВ та побудова відповідної інформаційної технології.

У роботі [36] підвищення ефективності виробництва досягається за рахунок удосконалення системи оперативно-виробничого планування в умовах одиничного та малосерійного машинобудівного виробництва. Дана робота мало адаптована до задач управління ТПВ та побудови інформаційної технології.

У роботі Абрамової І.Г. [37] удосконалюється система управління ТПВ на підприємстві, за рахунок впровадження класичного методу управління, з використанням PDM-системи. У роботі описані переваги застосування сучасних засобів автоматизації управління системою ТПВ і розглядається класичний метод управління з удосконаленням системи затвердження документів за допомогою інструментарію розглянутої PDM-системи. Спосіб

оцінки підвищення ефективності ТПВ зводиться до порівняння статистичних даних по часу обміну інформацією до впровадження удосконаленого методу управління і після його впровадження. У даній роботі не враховані усі складові управління ТПВ, автор вважає, що саме час розробки і затвердження технічних документів є головною складовою ефективності системи ТПВ, що насправді для ряду машинобудівних виробництв має другорядне значення.

У роботі [38] Бірбраєр Р.А. пропонує підвищити ефективність системи ТПВ підприємства за допомогою реорганізації системи управління, беручи за основу моделі, які розробляються консалтинговою компанією. Основним недоліком реорганізації системи управління ТПВ таким способом є потреба повної зупинки виробництва за існуючим варіантом, витрачання часу на реструктуризацію, навчання персоналу, установку налагодження обладнання.

Боева Л.М. [39] пропонує модернізувати автоматизовану систему управління підприємством, шляхом моделювання різних напрямків удосконалення системи, та розробки інформаційної підсистеми прийняття рішень, метою якої є зменшення часу на прийняття правильних рішень за рахунок надання керівникам оперативної інформації, що потрібна для підвищення ефективності управління. Недоліком даної роботи є складність перенесення та масштабування розроблених методів на інші виробництва, оскільки для дослідження використано металургійне виробництво.

Камакін В.А. [40] пропонує методологію побудови автоматизованих систем управління авіаційним виробництвом на основі управління витратами. Даний підхід потребує високого рівня підготовки фахівців по автоматизації і глибокого розуміння ними структури й особливостей виробництва підприємства, що автоматизується, а це часто неможливо здійснити через важливість і обмеженість у доступі до виробничої інформації, крім того задачі управління ТПВ у роботі розглянуто узагальнено і тільки з урахуванням витрат, що несе конкретне підприємство.

Існують роботи [41] у яких для підвищення ефективності управління підприємством, розроблено методи і засоби інтеграції інформаційно-

програмних систем управління підприємством, тобто створено нові формати та IP-інтерфейси виробничих даних. Оскільки сучасні системи автоматизації управління виробництвом (ERP-системи) розробляють з врахуванням можливостей інтеграції між собою за допомогою STEP- стандартів обміну даними, тому актуальність роботи частково втрачається.

У роботі [42] автор пропонує підвищити ефективність машинобудівного виробництва шляхом моделювання автоматизованого проектування технологічного обладнання – для зменшення помилок при реальному проектуванні. Такий спосіб підвищення ефективності виробництва використовують у промислово розвинених країнах світу для складного наукоємного виробництва, за допомогою використання спеціалізованих автоматизованих систем типу DELMIA (компанія Dassault Systemes). У роботі запропоновано підходи до уніфікації виробничих даних, процедур, їх моделювання та інформаційного опису й представлення, які можливо використовувати у подальших дослідженнях процесів виробництва, у тому числі і процесів ТПВ.

У роботі [43] досліджено проблему підвищення ефективності суднобудівного виробництва за рахунок зменшення втрат і скорочення термінів будівництва судна, та створення віртуальної верфі. Виявлення напрямків реструктуризації суднобудівних підприємств, розроблення організаційних моделей сучасного суднобудівного підприємства.

Для оцінки ефективності запропоновано метод оцінки впровадження інформаційних технологій у суднобудуванні і обґрунтовано критерій – вектор ефективності, що вказує на підвищення ефективності після впровадження ІТ. Але в даній роботі не враховано відмінності поняття «ефективності» на машинобудівних підприємствах та різних галузях промисловості, що обмежує область використання розробленого методу.

Робота Нечволоди Л.В. [44] присвячена підвищенню ефективності прийняття рішень по переоснащенню підприємства, що має прямий вплив на швидкість і ефективність виробництва. В основу системи прийняття рішень

покладено різні підходи по обробці експертних оцінок. Недоліком роботи є відсутність комплексного підходу до переоснащення інструментальних засобів ТПВ, розглядається окрема його частина, а саме – засоби матеріального виробництва.

У роботі [45] розроблено методи створення комплексних адаптивних систем автоматизованого управління підприємством. У якості критерію оцінки ефективності функціонування автоматизованої системи управління промисловим підприємством прийнята вірогідність того, що час витрачений на здійснення управління процесами ТПВ не перевищує допустимий, для ефективного управління системою в умовах невизначеності. Недоліком є «звужене» поняття ефективності ТПВ, що полягає у мінімізації часу, але на підприємствах важкого машинобудування вони не є основними критеріями.

Узагальнюючи наведену вище інформацію, можна сформулювати можливі напрямки наукових досліджень по темі дисертації [7-9]:

- розробка методів формалізації та алгоритмізації процесів управління даними та процесами ТПВ для інтегрованих інформаційних середовищ автоматизованих систем типу PDM, та CAPP;
- дослідження методів формалізації об'єктів і процесів ТПВ з метою їх математичного моделювання та використання в інтегрованому інформаційному середовищі розосереджених підприємств;
- розробка методів і технологій використання розподіленого штучного інтелекту з метою підвищення внутрішньої інтелектуальності ТПВ, нагромадження та реалізації знань фахівців, використання багатоагентних технологій тощо;
- розробка методів управління процесами ТПВ у середовищі розосереджених підприємств засобами інтегрованих автоматизованих систем.

Вказані напрями пов'язані із задачами управління даними і процесами ТПВ, і тільки їх комплексне використання прискорить розробку ефективних методів та засобів автоматизації управління ТПВ для потреб сучасних

промислових підприємств. З огляду на це важливою є розробка відповідних моделей та методів управління ТПВ, а на їхній основі – інструментальних засобів для управління ТПВ.

Таким чином, проведений аналіз сучасних досліджень по управлінні даними і процесами ТПВ показав, що до даного часу питання розробки інформаційної технології управління ТПВ сучасним машинобудівним підприємством не вирішено.

1.4. Сучасний стан управління ТПВ

Управління ТПВ є одним із найменш формалізованих і як наслідок автоматизованим тільки частково інструментальними засобами сучасних інформаційних систем виробничого призначення CAD/CAM/CAE, PDM, ERP та іншими системами. Так CAPP (Computer-Aided Process Planning) - системи автоматизують задачі планування ТПВ, але вони створені для закордонних підприємств. У якості базових шаблонів бізнес-процесів ТПВ ці системи отримали процеси принципово відмінні від вітчизняних та СНД-шних процесів ТПВ [46].

Для більш детального розуміння процесу управління ТПВ розглянемо структурний та функціональний склад поняття «управління ТПВ» сучасних підприємств дискретного типу виробництва [47].

Управління ТПВ передбачає розробку та виконання управлінських рішень по забезпеченню процесів ТПВ та корегування ходу виконання робіт при виникаючих відхиленнях. У загальному вигляді ТПВ включає роботи із планування, обліку, контролю та регулювання [46].

Основними завданнями планування ТПВ є:

- встановлення складу, змісту, об'єму та термінів виконання робіт;
- формулювання показників діяльності підрозділів ТПВ;
- розподіл робіт між підрозділами та фахівцями;
- встановлення оптимальної послідовності процесів ТПВ для досягнення мінімальної тривалості циклу підготовки виробництва.

Облік виконання робіт ТПВ проводиться для отримання інформації про стан ТПВ за певний інтервал часу і використання її для контролю робіт та наступного їх регулювання з використанням оперативної та достовірної інформації. Для проведення обліку використовуються наступні дані:

- номенклатура виконаних робіт;
- фактична тривалість виконання робіт;
- послідовність виконання процесів ТПВ;
- рух трудових і матеріальних ресурсів.

Контроль виконання робіт з ТПВ проводять для виявлення відхилень фактичних показників від планових та формування інформації про характер і причини відхилень. За наявності відхилень від встановлених критеріїв приймають рішення щодо їх усунення та проводяться регулювання процесів ТПВ.

У ході регулювання необхідно враховувати:

- витрати ресурсів на реалізацію рішень, які приймаються;
- вплив коригуючих рішень на процеси ТПВ.

Головною метою управління ТПВ є забезпечення повноти, комплектності і своєчасності розробки конструкторської та технологічної документації. Критерієм досягнення даної мети є скорочення до мінімуму витрат і термінів при високій якості. Мірою ефективності ТПВ може виступати відношення отриманого прибутку до витрат, відношення фактичного часу ТПВ на конкретний виріб до запланованого часу на ТПВ даного виробу.

Таким чином, із проведеного аналізу робіт з управління ТПВ можемо зробити висновок, що критеріями управління ТПВ можуть бути мінімум затрат ресурсів (фінансових, матеріальних і трудових) і тривалість процесів ТПВ. Досягнення оптимальності за допомогою даних критеріїв можна забезпечити за рахунок планування, обліку, контролю та регулювання базових показників діяльності фахівців під час виконання робіт ТПВ.

Математичні розрахунки, алгоритми та програми ефективності управління виробничими процесами, реалізовані в ERP-системах. Використовується метод розробки діаграми Ганта [48] та методи сіткового планування і управління [49].

Дані методи дозволяють оптимізувати виробничі процеси як по часу, так і по вартості. Отримані сіткові моделі є графічним зображенням технологічної послідовності та зв'язків подій, кожна із яких відображає результат і момент закінчення вхідних у нього однієї або декількох робіт. Ключовим в побудові сіткових моделей є критичний шлях – безперервна послідовність робіт від вихідної події до завершальної, з нульовим резервом часу подій.

Разом з тим, як вище названі методи, так й інші методи управління виробничими процесами, використовують, як правило, статистичні методи математичного моделювання. Обробка даних цими методами дозволяє отримати досить прості лінійні або нелінійні математичні залежності, а безпосереднє використання регресійного аналізу для отримання математичних моделей не потребує проведення експериментальних досліджень по точно заданому плану, і при цьому можливе використання результатів пасивного експерименту. Ця обставина важлива при аналізі саме процесів ТПВ. Але одержані за допомогою пасивного експерименту результати дозволяють отримати моделі у вигляді поліномів, які не завжди адекватно описують процес, що досліджується. Тому для отримання адекватних математичних моделей доцільно використовувати штучні прийоми, котрі базуються на досвіді фахівців із ТПВ [50].

Аналіз науково-технічної літератури з питань управління виробничими процесами [51-54] показав, що для їх моделювання використовуються методи математичного програмування. Вибір методу залежить від поставленого завдання оптимізації, розмірності завдання, що вирішується, виду цільової функції та залежностей, які визначають діапазон допустимих рішень.

Проведений аналіз процесів управління ТПВ показав, що для автоматизації необхідно враховувати базові показники ТПВ та їх взаємний вплив на ефективність ТПВ у цілому. Виконати таке завдання традиційними методами моделювання проблематично.

Разом із тим з 90-х років минулого сторіччя розробники інформаційних технологій та систем виробничого призначення активно використовують методи функціонального та імітаційного моделювання. Функціональні моделі описують інформаційні потоки даних між структурними підрозділами, враховують вартісні та часові показники процесів. Найбільш досконалим у якості інструментального засобу для подальшого дослідження є система ARIS.

1.5. Обґрунтування та визначення завдань дослідження

Проведений аналіз існуючих процесів управління даними ТПВ, показав існуючу необхідність розробки методів та інформаційної технології управління ТПВ у результаті використання яких повинна забезпечуватись ефективність управління системою ТПВ в інтегрованому інформаційному середовищі розосередженого машинобудівного підприємства.

Базуючись на результатах першого розділу сформулюємо узагальнені етапи подальших наукових досліджень:

1. Дослідити і визначити основні задачі існуючих процесів управління даними і процесами ТПВ на сучасних машинобудівних підприємствах України.

2. Провести формалізацію, класифікацію, моделювання даних та процесів ТПВ.

3. Як зазначалось у підрозділах 1.1 і 1.2, у процесі управління ТПВ використовуються дані з різних автоматизованих систем, а їх отримання та аналіз призводить до певних ускладнень. Тому потрібно розробити метод управління процесами ТПВ, який, спираючись на різноформатні дані, реалізовував автоматизоване управління процесами ТПВ.

4. Заключним етапом даної роботи повинна бути розробка інформаційної технології управління процесами ТПВ, та проведення апробаційного імітаційного моделювання процесу ТПВ.

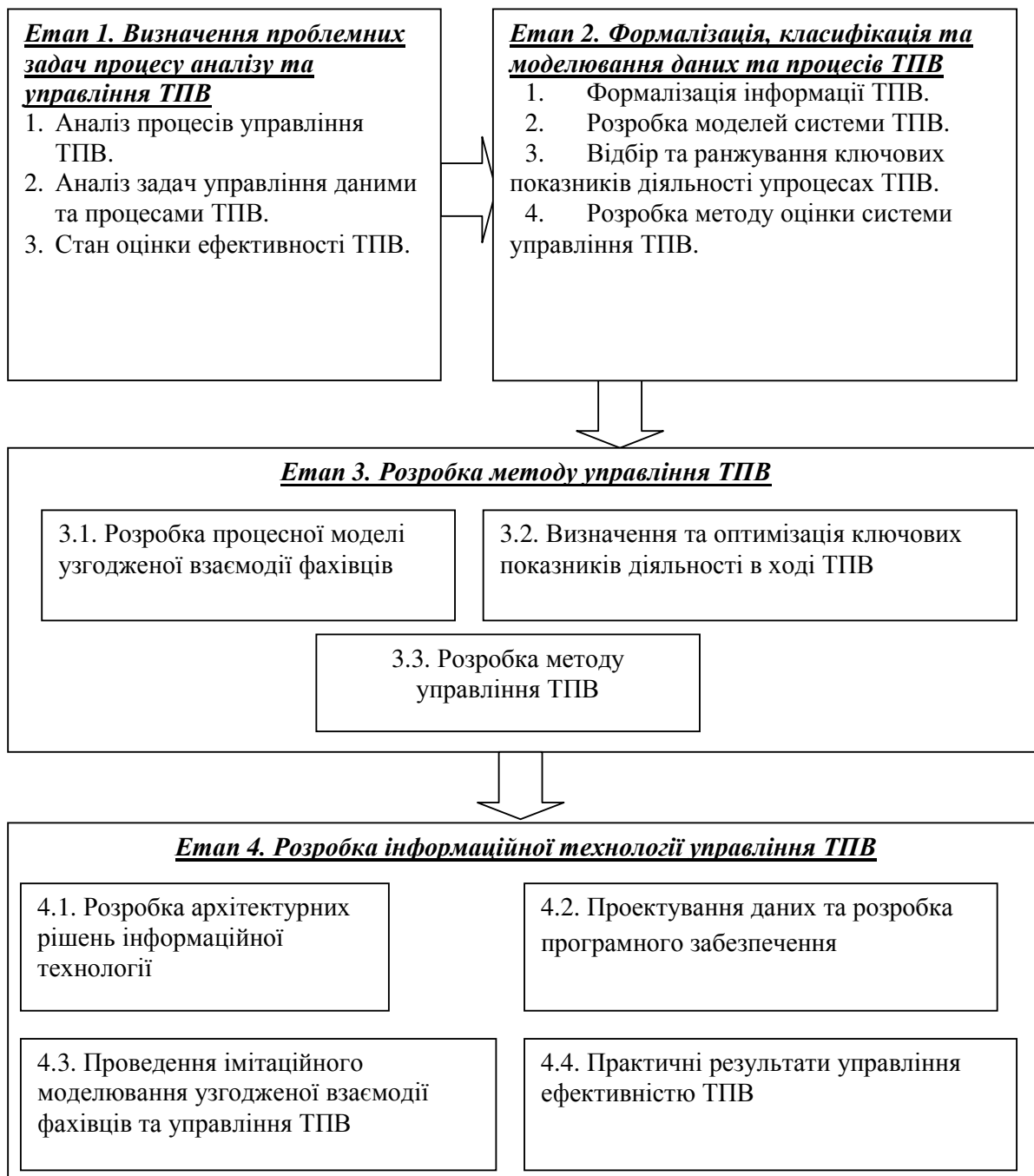


Рис. 1.3 Етапи виконання наукових досліджень

ВИСНОВКИ

1. Аналіз інформаційних процесів ТПВ показав, що дані ТПВ мають різноформатне представлення, їх управління реалізоване на основі окремих процесів і задач.

2. Дані ТПВ використовуються інтегрованими інформаційними системами виробничого призначення від різних розробників, описуються різними форматами.

3. Задачі управління ТПВ вирішені тільки на рівні локальних процесів, що ускладнює прийняття управлінських рішень та розробку технології управління ТПВ.

4. На основі проведеного аналізу за темою дисертаційної роботи встановлено етапи наукових досліджень та обґрунтовано завдання подальших досліджень.

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ТА МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ВИРОБНИЦТВ

У розділі розглянуто формалізоване представлення ТПВ машинобудівного розосередженого виробництва. Проведено аналіз інформаційних процесів ТПВ базових машинобудівних підприємств та представлено їх як сукупність організаційної, функціональної та інформаційної моделей.

Проведено класифікацію структурних елементів базових для ТПВ інформаційних об'єктів – ресурсів, процесів та продуктів. На прикладі процедури затвердження конструкторсько-технологічних документів ТПВ побудована функціональна модель цього процесу. Досліджено найбільш поширені варіанти процесу затвердження. Запропонована класифікація і відбір ключових параметрів оцінки ТПВ, та розроблено метод оцінки управління ТПВ.

2.1. Формальне представлення ТПВ розосереджених виробництв

Інформаційні технології на базі CALS-технологій та PLM-рішень утворюють інформаційну структуру індустрії промислово розвинутих країн. Основою сучасної інтегрованої економіки стає підприємство, яке не має фіксованої організаційної структури та розподілене територіально (рис. 2.1.). Розосереджене підприємство створюється шляхом добору необхідних людських, організаційно-методичних і технологічних ресурсів із різних підприємств – холдингових структур та їхньої інформаційної інтеграції, що приводить до формування гнучкої, динамічної структури, пристосованої до швидкого випуску продукції [50].

Аналіз інформації про розробки та впровадження розосереджених підприємств показав [51-54], що термін «розосереджене підприємство» розкриває організаційні, а не функціональні аспекти діяльності підприємств.

Тому в подальшому автором в роботі буде використовуватися термін «розосереджене виробництво», який відображає рівень використання сучасних інформаційних технологій та впровадження CALS-технологій та PLM-рішень.

Автоматизовані системи технологічної підготовки розосереджених виробництв управляють даними для роботи сотень різноманітних верстатів і персональних комп'ютерів, об'єднаних в електронні мережі різного рівня для створення інтегрованого інформаційного середовища і є сукупністю програмних, апаратних та методичних засобів, які виконують функції збирання, обробки інформації, оптимального планування й формування сигналів управління.

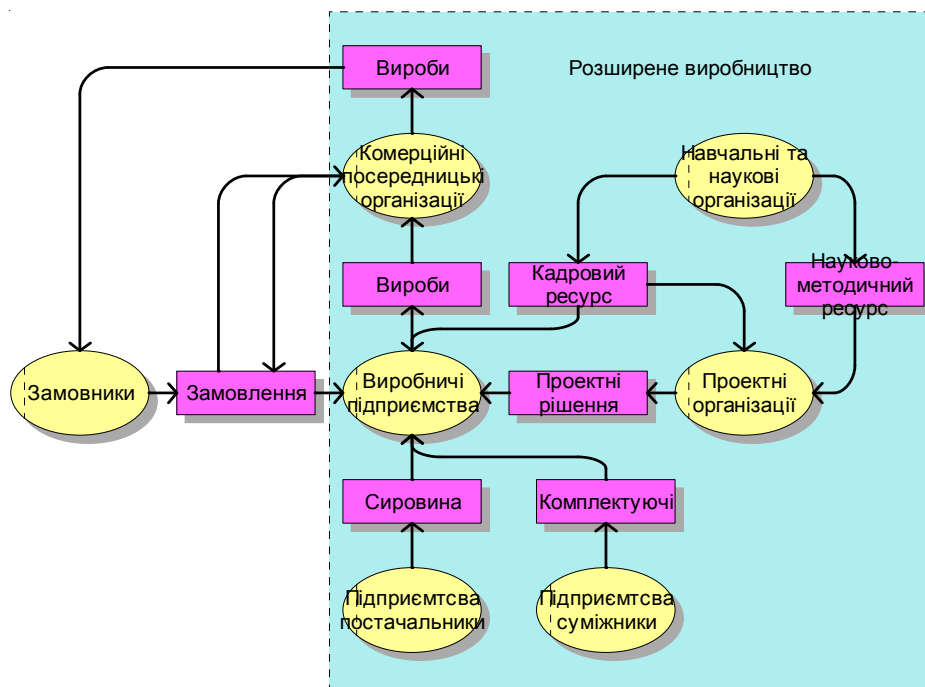


Рис.2.1. Схема розосередженого виробництва

Під час вирішення завдань, пов'язаних із формальним представленням і дослідженням процесів ТПВ та побудовою ефективних методів автоматизованого управління цими процесами виділяються два основних підходи – структурний та процесний [55].

Перший базується на використанні організаційної структури та структури інформаційних потоків між організаційними одиницями, задіяними в ТПВ. Процесний підхід розглядає систему ТПВ як сукупність взаємопов'язаних і взаємозалежних процесів [56 - 57].

Автором роботи пропонується використовувати обидва підходи [58], як такі, що доповнюють один одного у задачах формалізації ТПВ та розробки її ключових показників з метою визначення показників ефективності роботи. Треба зазначити, що всі відомі підходи до моделювання виробничих процесів належать до сімейства методів моделювання складних інформаційних систем [59 - 60]. Основою побудови АСТПВ, як правило, є формалізовані моделі виробництва, які дозволяють зробити аналіз та синтезувати оптимальні, з погляду введених ключових показників діяльності, системи управління як виробництвом в цілому, так і безпосередньо ТПВ, як одним із ключових елементів системи розосередженого виробництва.

Формальне представлення ТПВ розосереджених виробництв може бути описане сукупністю функціональної, організаційної та інформаційної моделей [61-62].

Організаційна модель описує склад і структуру організаційних одиниць підприємства. Для опису організаційної моделі використовуємо діаграму класів в анотації ARIS [63]. Узагальнена організаційна модель системи ТПВ одного із базових для даного дослідження машинобудівного підприємства представлена на рисунку 2.2.

Слід зазначити, що на сучасному етапі розвитку підприємства суттєво відійшли від класичних організаційних структур служб КТП і вводять додаткові підрозділи такі як відділи розвитку та ін. Часто до служб вводять підрозділи економічного аналізу та нормування праці в рамках технологічних карт, які розробляються. Організаційні структури можуть бути охарактеризовані такими показниками: C_K - кількість співробітників, задіяних у конструкторській підготовці; C_T - кількість співробітників,

задіяних у технологічній підготовці; C_I - кількість співробітників, працюючих у інших підрозділах служби; та відповідні годинні тарифні ставки - GTC_K, GTC_T, GTC_I .

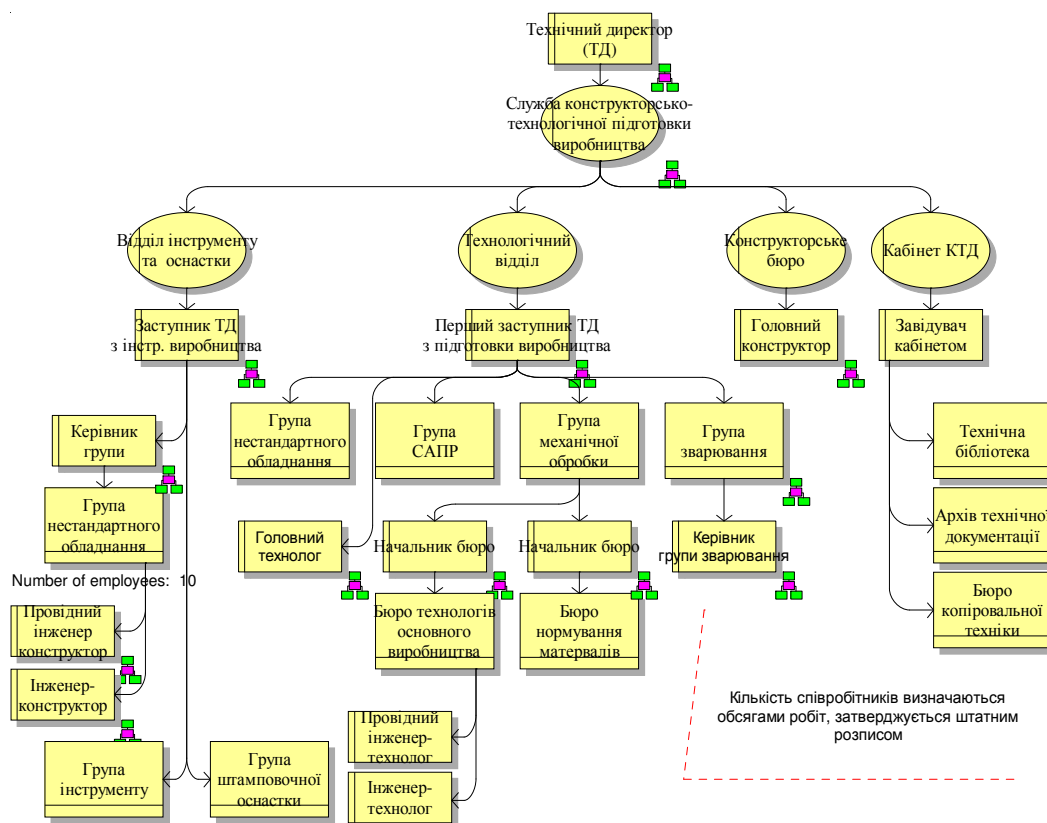


Рис. 2.2. Узагальнений варіант організаційної структури ТПВ

Найбільш складними питаннями з точки зору організаційної структури є питання норми керованості системи та кількісного складу співробітників на кожному рівні ієрархії. Ці питання будуть розглянуті у наступних розділах дисертаційної роботи.

Функціональна (або процесна) модель описує сукупність функціональних підсистем, процесів та взаємодію між підрозділами з точки зору операцій, дій в рамках реалізації системи ТПВ. Із погляду методології моделювання складних інформаційних систем за допомогою мови моделювання UML, реалізованої в анотації ARIS, функціональна модель

може бути описана сукупністю діаграм прецедентів, діаграм діяльності та діаграм послідовності [64]. На рис. 2.3. представлена модель ТПВ першого рівня для загального формального описання роботи системи.

Слід зазначити, що на діаграмі (VACD – value-added chain diagram) доданої вартості наведені також ключові показники діяльності: час розробки конструкторської, технологічної документації та коефіцієнт виконання планового завдання щодо розробки необхідної кількості комплектів КТД, які будуть детально проаналізовані та розглянуті в наступних розділах роботи в рамках розробки показників для контролю за ефективністю процесу ТПВ як цілісної системи в рамках розосередженого виробництва.

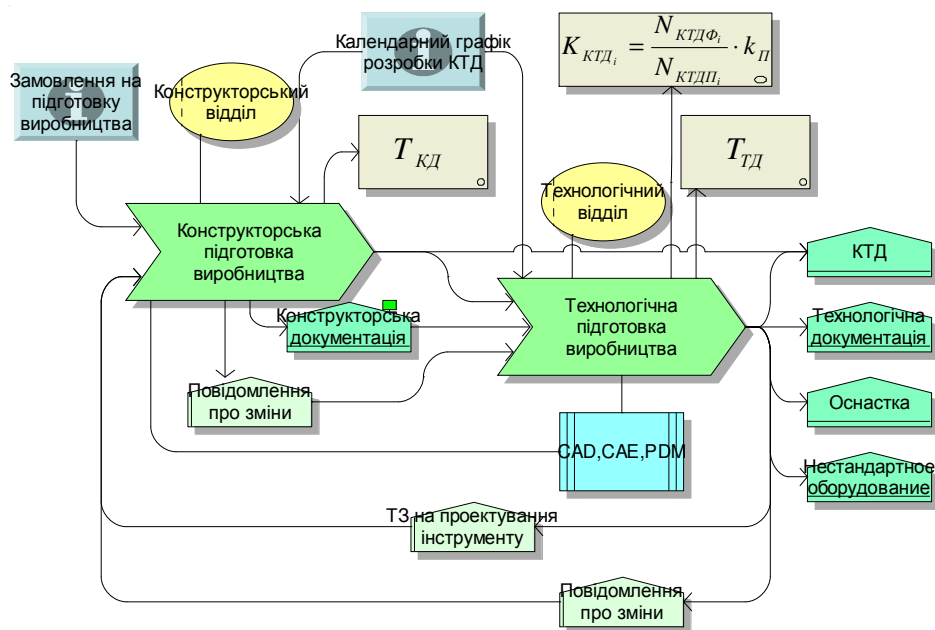


Рис. 2.3. VACD діаграма технологічної підготовки виробництва

Інформаційна модель описує потоки інформації, які існують в організаційній та функціональних моделях та може бути представлена діаграмами станів та взаємодії в рамках методології ARIS [65].

Інформаційні моделі ТПВ мають декілька рівнів ієрархії та, як правило, розробляються для реалізації систем електронного документообігу в рамках спеціалізованих систем такого класу, або в рамках PDM систем, які легко

інтегруються з відповідними модулями систем CAD, CAE. На рис. 2.4. представлено фрагмент діаграми взаємодії відділ служби ТПВ.

Розглянуто елемент внутрішньої взаємодії. Слід відмітити, що діаграма взаємодії дає уявлення лише про статичний стан взаємодії підрозділів у процесі ТПВ, тобто це знімок обміну інформацією у певний момент. Для розробки і автоматизації таких процесів у системах документообігу використовують також часові діаграми стану об'єктів (інформаційних носіїв) та функціональні діаграми для введення ще одного виміру – часу. Детальний аналіз основних підходів щодо затвердження документів у системах документообігу ТПВ та їх порівняння зроблено автором у наступних розділах.

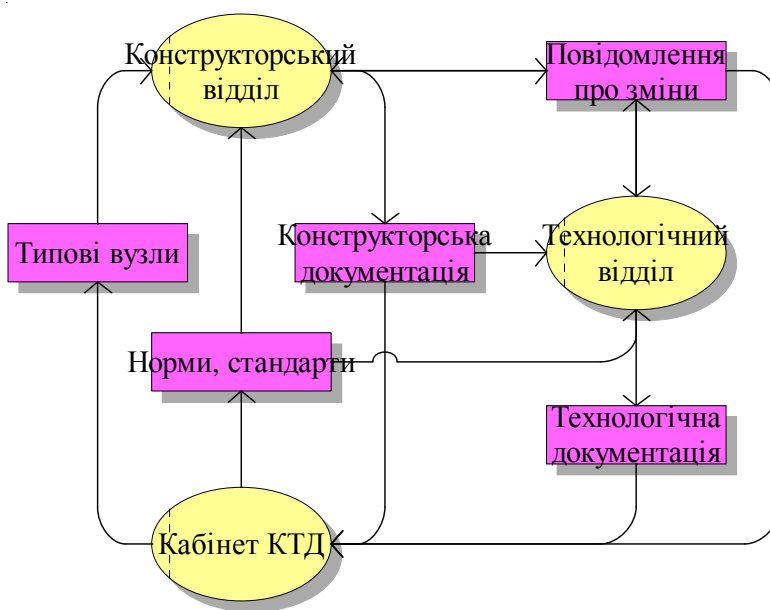


Рис. 2.4. Фрагмент інформаційної моделі ТПВ

Таким чином, ТПВ може бути представлена сукупністю зазначених моделей: організаційної, функціональної та інформаційної. Саме показники цих моделей можуть бути використані для аналізу стану та ефективності роботи системи ТПВ у відповідності до цілей функціонування на різних рівнях. Тому автором представлено систему ТПВ як об'єктно-орієнтовану

модель, яка функціонує в рамках PDM системи та характеризується певними параметрами.

2.2. Модель взаємодії активних інформаційних елементів ТПВ

Виробниче підприємство – це сукупність робочих місць (PM), охоплених єдиною системою управління і забезпечення ресурсами, яке характеризується фінансовою самостійністю і статусом юридичної особи.

Розосереджене виробництво, як зазначалося в п. 2.1., включає в себе декілька виробничих підприємств, що працюють над одним спільним проектом, при цьому для його виконання задіяні окремі підрозділи підприємств. Саме задіяні у розосередженому виробництві підрозділи назвемо «Активними елементами» виробництва, а модель технологічної підготовки розосередженого виробництва назвемо «Моделлю взаємодії активних елементів».

Система ТПВ як частина виробничого підприємства має робочі місця, що входять до єдиної системи управління, та забезпечення ресурсами, але не володіє статусом юридичної особи (на розглянутому підприємстві).

Суть управління виробництвом – вироблення управлінських рішень на основі обробки інформації, що забезпечує чітку організацію в роботі всіх підрозділів, для виконання заданої виробничої програми (по номенклатурі, об'ємам, термінам), і мінімізації при цьому витрат (матеріалів, праці, часу і грошових коштів). Оскільки ми розглядаємо виробниче підприємство, то визначимо елементи виробництва для створення його умовної інформаційної моделі (рис. 2.5.) [66-67]. Елементами виробництва є: 1) потоки (матеріальні, фінансові, кадрові, інформаційні); 2) робочі місця; 3) процеси.

Кожен із потоків у свою чергу може відноситися до вхідних, вихідних, внутрішніх чи зовнішніх.

На рисунку 2.5. розглянуто узагальнений процес, де елемент «Матеріали, сировина» можна віднести до вхідних зовнішніх матеріальних потоків, елемент «Продукт №2» розглядається як внутрішній матеріальний

потік, елемент «Інформаційний потік «Обсяг виробництва» є вхідним для процесу №2 інформаційним потоком, який дозволяє спланувати виробництво матеріального вихідного потоку «Тара» для процесу №2 та вхідного потоку для процесу №3. Робочі місця, представлені елементами організаційної структури: підрозділи, відділ відвантаження готової продукції.

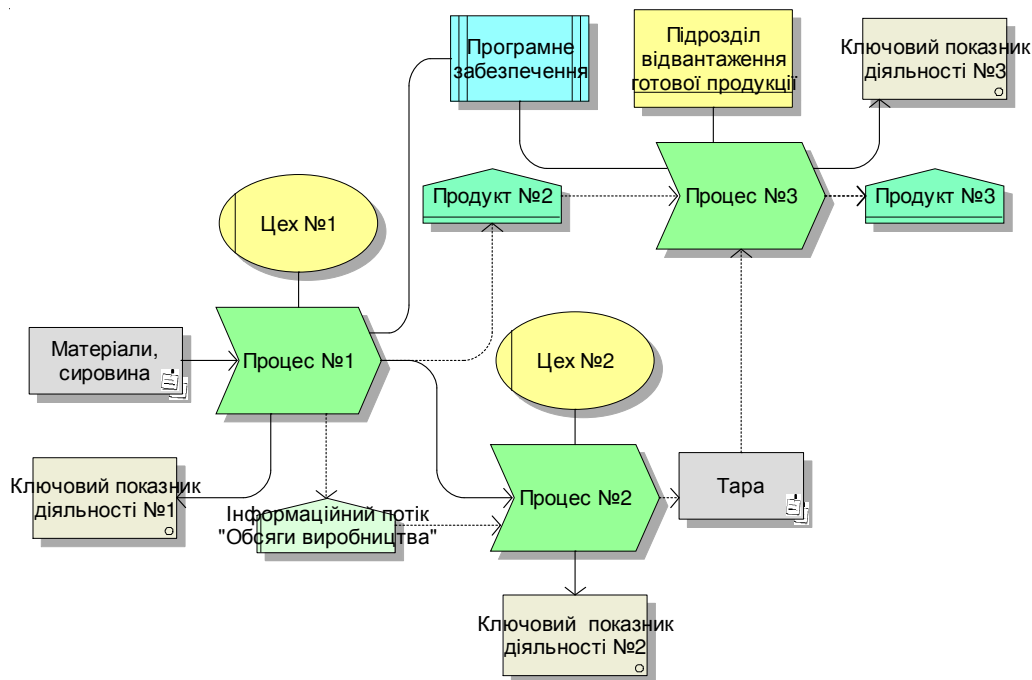


Рис. 2.5 Діаграма елементів виробництва

Таким чином, поняття «виробництво», як і «підготовка виробництва», може бути представлено у вигляді потоків (інформаційних чи матеріальних) і робочі місця обробки цих потоків (РМ), які використовуються для отримання продукції. Така модель характеризує систему ТПВ як відкриту, яка має зв'язок із зовнішнім і внутрішнім середовищем (рис. 2.6.).

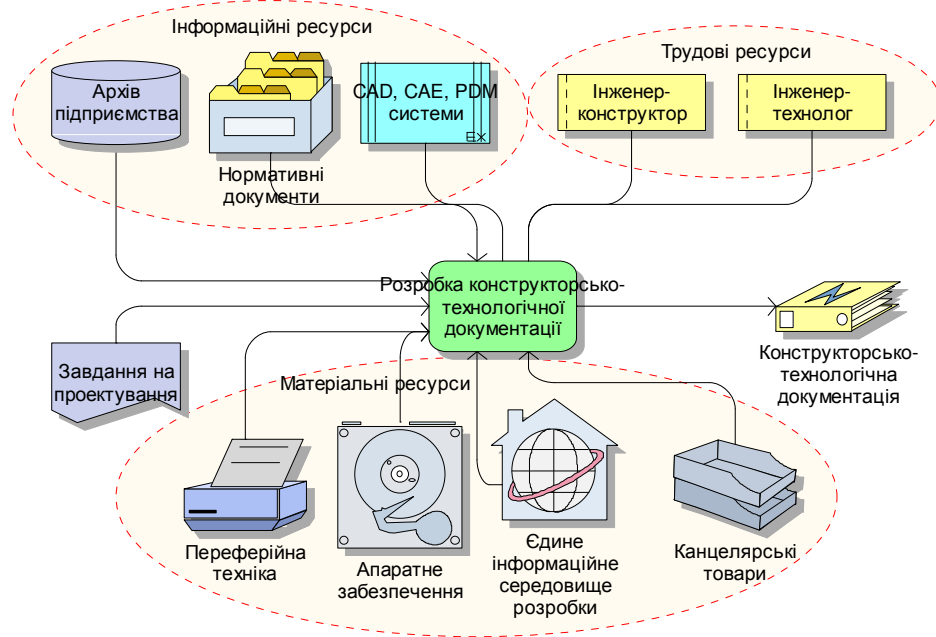


Рис. 2.6. Інформаційна модель ТПВ

Зовнішнє середовище має компоненти, які формально можна описати у вигляді керованих або некерованих характеристик та віднести до середовища прямої чи непрямой дії [68]. Наприклад:

- зовнішнє середовище прямої дії характеризується керованими характеристиками (постачальники; споживачі; ділові посередники – кредитори, дилери; місцева влада та інші.
- зовнішнє середовище непрямой дії характеризується некерованими характеристиками, такими як: географічне розташування; суспільно-політичний лад; закони; державна влада та інші.

Внутрішнє середовище відображає такі компоненти: цілі, структура, люди і характеризується керованими та некерованими характеристиками.

Функціонування ТПВ як цілісної, орієнтованої на ціль системи в системі управління підприємством припускає функціонування всіх її компонентів в інтегрованому інформаційному середовищі. Інтегроване інформаційне середовище – це наслідок побудови об'єктних моделей ТПВ у середовищі PDM-системи. Саме ця модель містить всі необхідні дані, які використовуються у процесі функціонування автоматизованої системи ТПВ.

Таким чином, для моделювання процесу управління ТПВ побудуємо моделі параметрів управління. Загальна модель предметної області ТПВ будується як єдиний опис продукту (виробу), процесів його проектування/виготовлення і використаних для цього виробничих ресурсів (рис.2.7.). Діаграми класів PDM системи – це об'єктно-орієнтована модель предметної галузі ТПВ у рамках розглянутих в п.2.1. моделей.

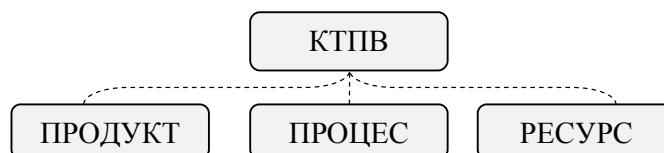


Рис. 2.7. Об'єктно-орієнтовані області ТПВ

PDM система дозволяє класифікувати дані, наприклад, інформацію про продукт (про виріб) можна класифікувати таким чином: описати структуру виробу (Проект, Складальна Одиниця, Деталь по ГОСТ) у вигляді ієрархії, описати технологічну або конструкторську (рис. 2.8.) документацію, згідно ГОСТ, врахувати логічні зв'язки між структурою продукту і конструкторською документацією, що її описує.

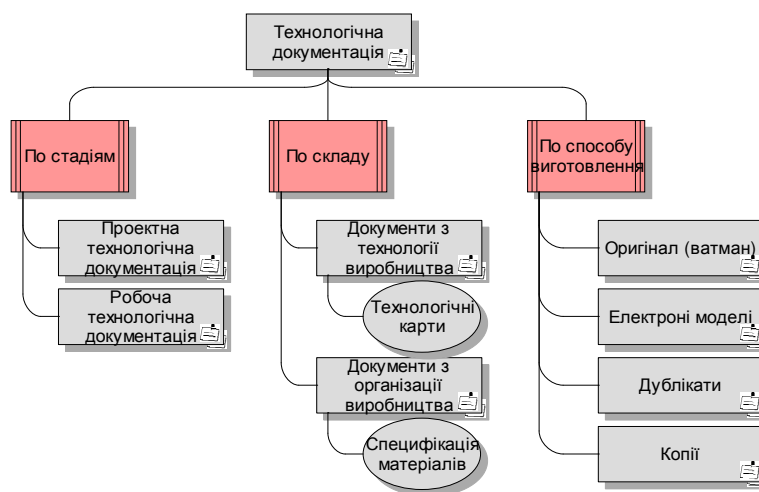


Рис. 2.8. Структурна схема технологічної документації

Так, наприклад, в PDM - системі «ENOVIA» є шаблони, які дозволяють визначити структуру даних, відповідно до їх предметної галузі. Вибравши один з цих шаблонів можна настроїти його так, щоб він задовольняв потреби

організації. Крім того, можна створити новий власний шаблон. Для його створення необхідно зрозуміти структуру даних предметної галузі і відобразити її інформацію у вигляді об'єктних моделей.

Розглянемо модель «Продукт» PDM - системи «ENOVIA», яка у понятті фірми Dassault Systemes представлена у вигляді конструкторської документації технологічної оснастки, що є невід'ємною складовою ТПВ, де «продукт» представлений як «реальний» виріб, що складається з комплексу, комплекту, складальних одиниць, деталей, і є «віртуальним» відображенням виробу. «Продуктом» системи ТПВ машинобудівного підприємства є не тільки конструкторська документація (КД), але і технологічна документація (ТД) [69,70]. Тому на рисунку 2.9 представлена модель, яка враховує різновиди документації, відповідно до плану машинобудівного підприємства для повного відображення вихідних даних предметної галузі. Таким чином, при проектуванні структури даних виробу у PDM системі можна створити клас об'єктів як «КД» так і «ТД».

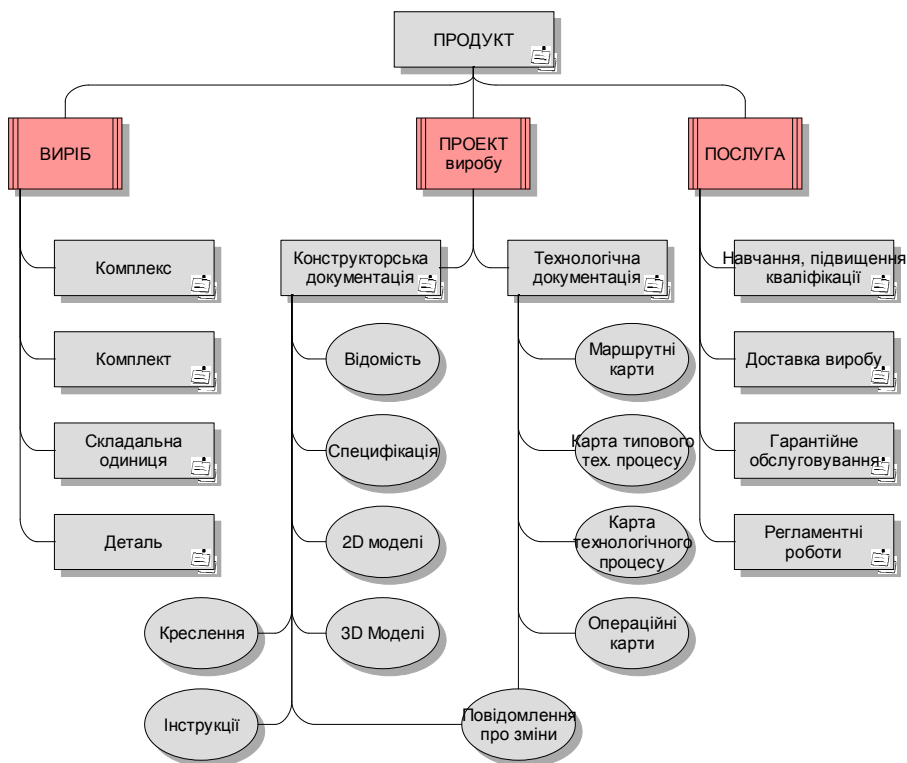


Рис. 2.9. Модель об'єкту «Продукт»

Процес – послідовність дій, пов'язаних із функціонуванням системи ТПВ (бізнес-процеси ТПВ). Систему прийнято вважати такою, що працює, функціонує, якщо виконуються дії, передбачені стандартом підприємства, а документи відображають виконання передбачених стандартом стадій [71]. Процес вважатиметься завершеним, виконаним, якщо об'єкт «пройде» всі необхідні стадії (етапи) і кожна з них буде документально зафіксована.

Розглянемо варіанти процедури затвердження документів і особливості їх руху. Документ створюється, змінюється і анулюється, тобто проходить процес і має свій життєвий цикл. Під зміною документа розуміється будь-яке виправлення, виключення, або додавання будь-яких даних у цей документ. При проведенні змін можна виділити керовані об'єкти: змінні документи; змінні вироби; сповіщення про зміну. Процес затвердження змін може мати вигляд представлений на (рис.2.10.).

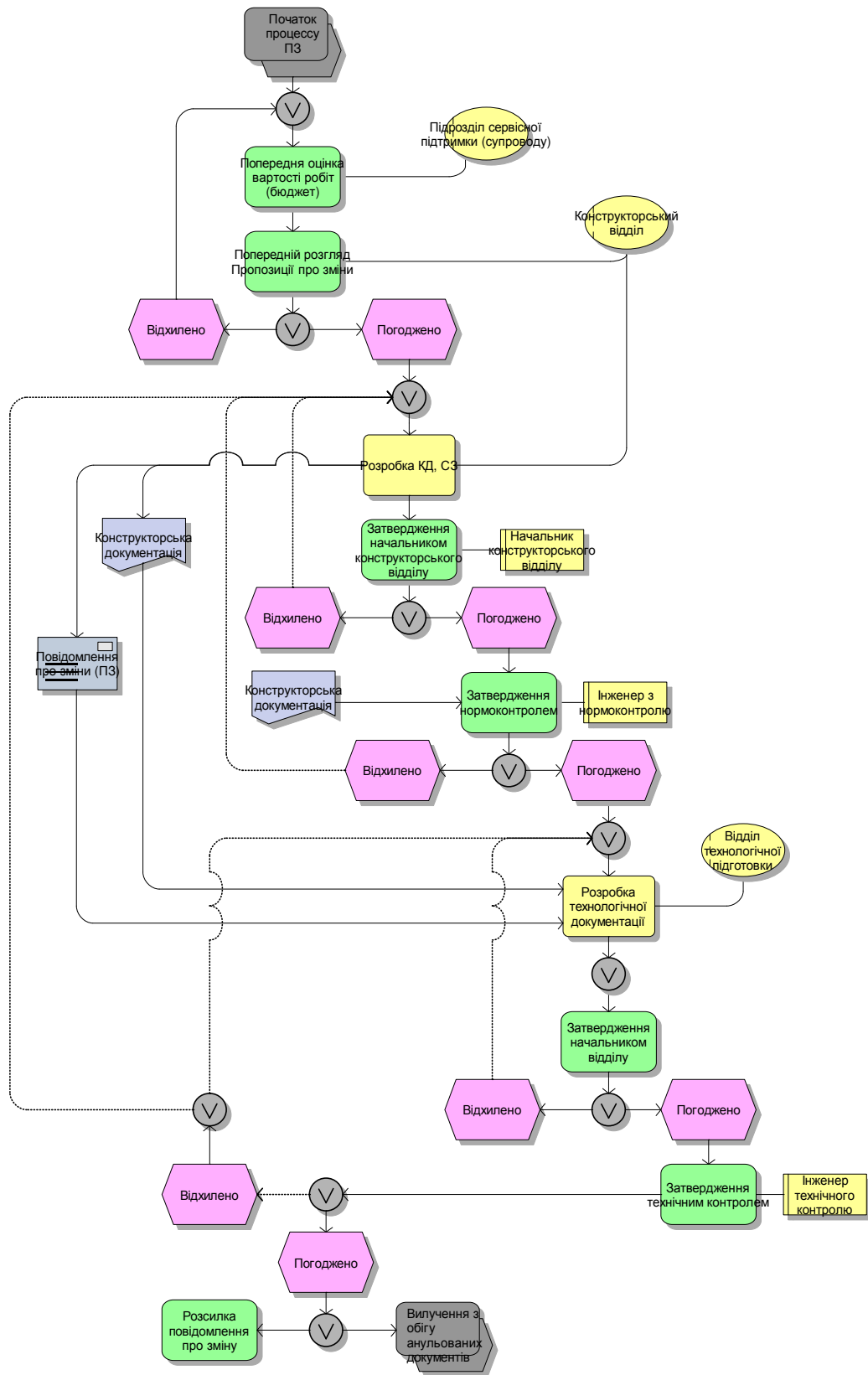


Рис. 2.10. Модель затвердження змін у ТПІВ

Узгодження запропонованої зміни складається з декількох етапів:

- перевірка дотримання взаємозамінності;
- перевірка входження документів до складу інших виробів;
- можливість внесення змін у всі вироби;
- можливість внесення змін в усі оригінали документів.

Відомі [72, 73] варіанти порядку затвердження пропозицій по зміні (ПЗ) і повідомлення про зміну (ПоЗ).

На етапі затвердження запиту на зміну, співробітники, які мають право затверджувати, можуть ставити підписи тільки в певній послідовності. У дисертаційній роботі не будемо розділяти поняття «погодження» та «затвердження» документу, які є суто організаційним поняттями і з точки зору описання процесу в термінах часу не мають принципової відмінності для систем моделювання та математичного опису. Далі будемо використовувати термін «затвердження».

При відмові на будь-якому етапі у затвердженні можливі наступні ситуації:

1. Документ, який затверджується повертається до виконавця і проходить повне затвердження з початкового етапу після внесення змін. Підписи при цьому анулюються (рис. 2.11).

Недоліком схеми є повторне проходження документів по ланцюжку затвердження, що призводить до додаткових часових витрат. Математична модель для визначення часу, необхідного на затвердження документу, може бути представлена рівнянням (2.1.):

$$T_{3Д} = \sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^n t_{ji} \right) \quad (2.1.),$$

де t_{ji} – час затвердження на i -му етапі;

n – кількість етапів затвердження;

k – кількість циклів затвердження.

Під етапом затвердження будемо розуміти будь-який вузол ланцюга затвердження, тобто місце в процесі, де здійснюється відповідна обробка документу.

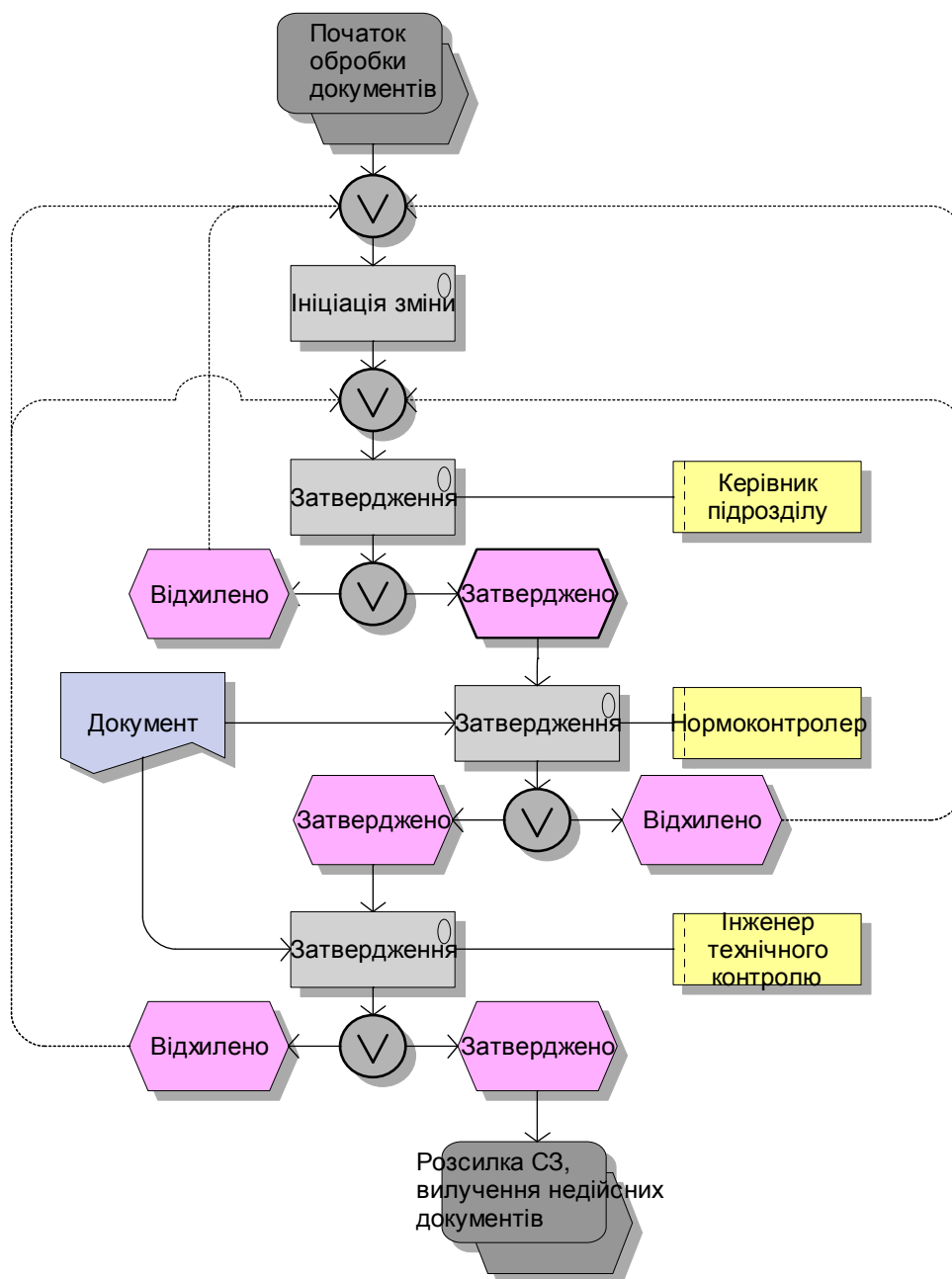


Рис 2.11. Модель повернення документа на доопрацювання за «класичною» схемою

Один цикл затвердження документу – це повне проходження документу через усі вузли ланцюга затвердження. Кожен новий цикл

затвердження може початися після відхилення документу на будь-якому з етапів. На рисунку 2.12. зображено два цикли затвердження документу.

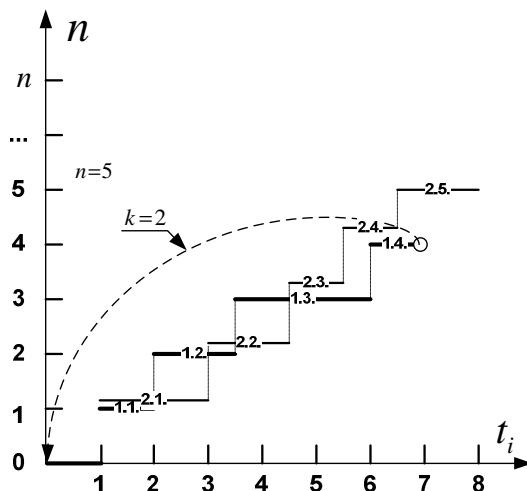


Рис.2.12. Часова діаграма процесу затвердження документа

На часовій діаграмі час визначено в умовних одиницях виміру. Він, як правило є функцією трьох складових: обсягу документу, його складності та компетентності фахівця, задіяного для погодження.

Етапи затвердження позначаються двома цифрами через кому, де перша цифра позначає номер циклу затвердження, а друга номер етапу. Як бачимо на прикладі (Рис 2.12), на четвертому етапі документ було повернуто розробнику. Отже, мінімальний час, необхідний для затвердження документа, отримуватимемо завжди при одному циклі затвердження.

Виходячи з можливої максимальної кількості етапів та циклів, здійснимо імітаційне моделювання та опишемо його у вигляді таблиці 2.1. При одному етапі погодження, можлива максимальна кількість циклів – два і максимальна кількість етапів теж два. При двох етапах – маємо циклів $K_{\max} = 3$ і етапів $N_{\max} = 5$. Максимальна кількість циклів та максимальна кількість етапів затвердження при максимальній кількості циклів визначимо розрахувавши залежності із таблиці 2.1, можуть бути визначені за формулами (2.2. – 2.4.):

Таблиця 2.1.

Модельовання максимальної кількості етапів і циклів затвердження

N	K_{\max}	N_{\max}
1	2	2
2	3	5
3	4	9
4	5	14
5	6	20

$$k_{\max} = n + 1 \quad (2.2.),$$

$$n_{\max} = \frac{n^2}{2} + 1,5 \cdot n \quad (2.3.),$$

$$n_{\max} = \frac{(k_{\max} - 1)^2}{2} + 1,5 \cdot (k_{\max} - 1) \quad (2.4.).$$

Формули 2.3., 2.4. були отримані за допомогою апроксимації даних поліноміальною функцією другого порядку. Оскільки для розрахунків використовуються тільки цілі числа величина достовірності апроксимації дорівнює одиниці: $R^2 = 1$.

Незважаючи на недолік щодо можливої суттєвої тривалості часу затвердження, з точки зору безпеки та цілісності даних, так званий «класичний» варіант є найбільш розповсюджений та реалізований практично у всіх системах документообігу та відповідних модулях PDM систем.

2. Отримані підписи блокуються при поверненні на доопрацювання (рис. 2.13.) і розблоковуються тільки після внесення змін та прийняття наступного рівня контролю.

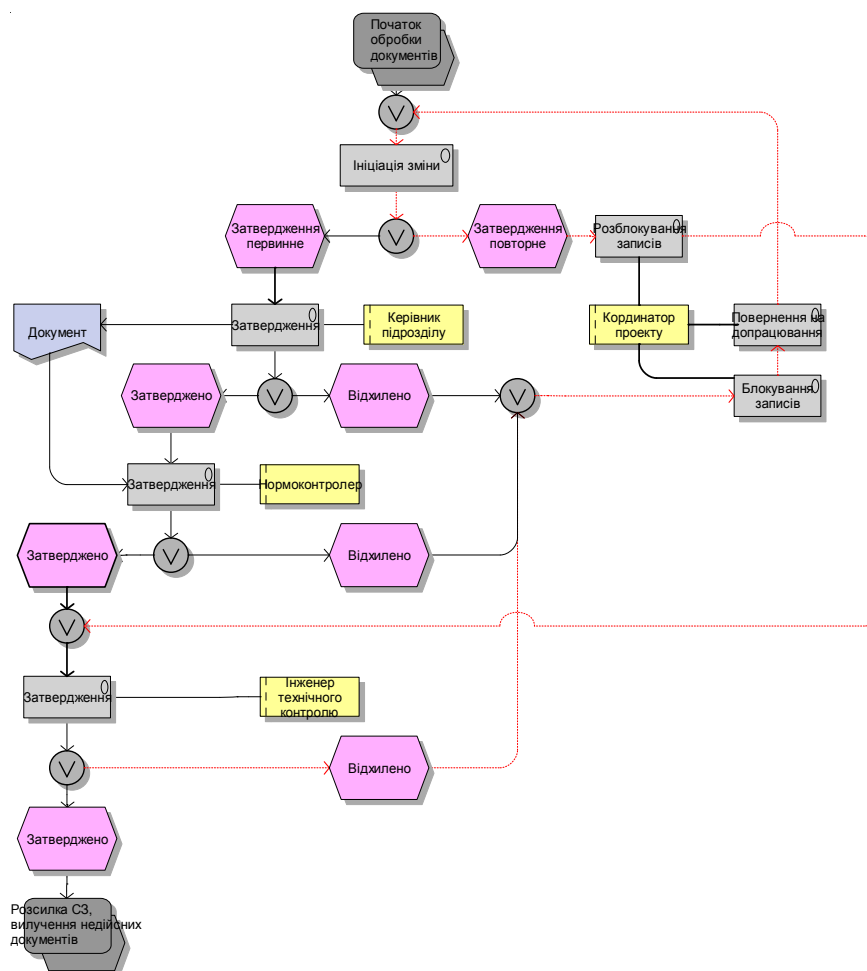


Рис. 2.13. Модель затвердження документа за допомогою аудитора

Правом розблокування підписів наділяється аудитор, яким може бути, наприклад, керівник проекту. Цей співробітник повинен добре уявляти собі всі аспекти поточного проекту, володіти знаннями в різних предметних галузях. Відповідальність аудитора надзвичайно висока.

Блокування можливо також у двох режимах: автоматично системою після відхилення документу на одному з етапів, або безпосередньо аудитором. Розглянемо другий варіант. Після розблокування записів і документів аудитором також можливо два варіанти: документи передаються на етап, із якого вони були повернуті на внесення коригувань (рис. 2.14), або ж, після контролю аудитором, повернення відбувається на наступний рівень затвердження (рис. 2.15.). Проаналізуємо обидва варіанти.

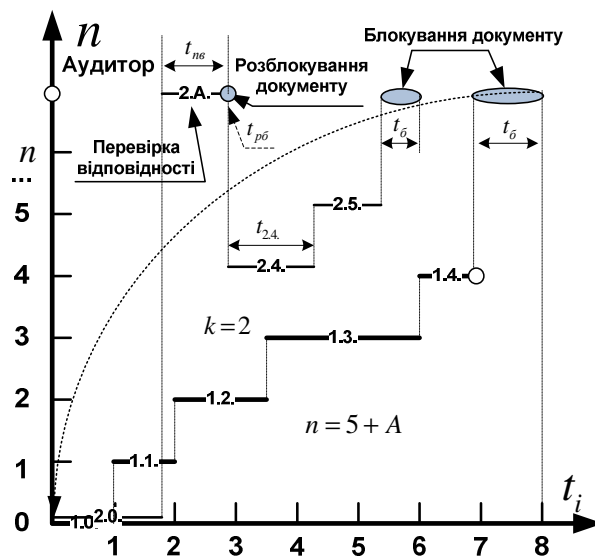


Рис. 2.14. Варіант 1. Часова діаграма процесу затвердження документа
(документ повертається на етап відхилення)

Із часових діаграм видно, що для розрахунку часу, необхідного для затвердження документа, рівність 2.1. доповнюється трьома змінними:

t_{δ} - часом блокування, $t_{\delta\delta}$ - часом розблокування, t_{nv} - часом перевірки відповідності (по суті, аналог етапу затвердження) (2.5.):

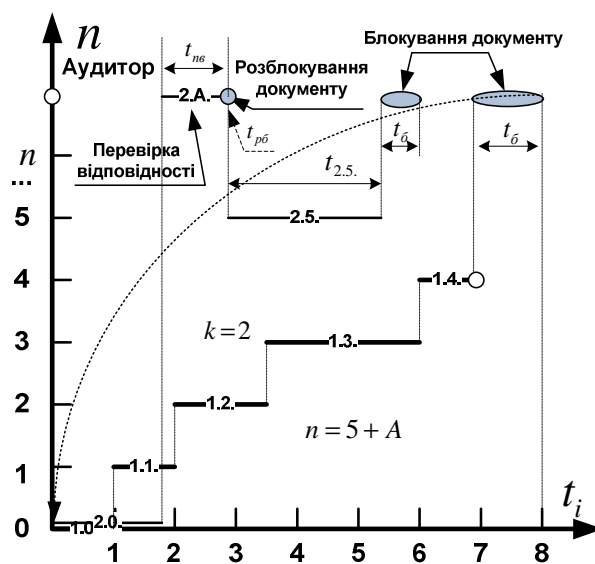


Рис. 2.15. Варіант 2. Часова діаграма процесу затвердження документа
(документ повертається на наступний етап)

$$T_{3Д} = \sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^n (t_{ji} + t_{\bar{\sigma}} + t_{n\bar{\sigma}} + t_{p\bar{\sigma}}) \right) \quad (2.5).$$

Максимальні кількості блокувань $k_{\bar{\sigma}\max}$, розблокувань $k_{p\bar{\sigma}\max}$, перевірок відповідності $k_{n\bar{\sigma}\max}$, максимальної кількості етапів затвердження n_{\max} можна розрахувати за формулами 2.6 – 2.9.:

Для варіанту 1:

$$k_{\bar{\sigma}\max} = n + 1 \quad (2.6);$$

$$k_{p\bar{\sigma}\max} = n \quad (2.7);$$

$$k_{n\bar{\sigma}\max} = n \quad (2.8);$$

$$n_{\max} = 2 \cdot n \quad (2.9).$$

Для варіанту 2:

$$k_{\bar{\sigma}\max} = n \quad (2.10);$$

$$k_{p\bar{\sigma}\max} = n - 1 \quad (2.11);$$

$$k_{n\bar{\sigma}\max} = n \quad (2.12);$$

$$n_{\max} = n \quad (2.13).$$

Другий варіант вимагає від аудитора максимальної компетенції та відповідальності, оскільки рішення про передачу на наступний етап приймається особисто аудитором після перевірки відповідності змін, зроблених розробником відповідно до зауважень, зроблених на етапі затвердження.

3. Повернення ніяк не впливає на вже отримані підписи (рис. 2.16). Після виправлення документ потрапляє знову на етап, із якого відбулося повернення. Цей варіант найчастіше застосовується в паперовому і навіть електронному документообігу.

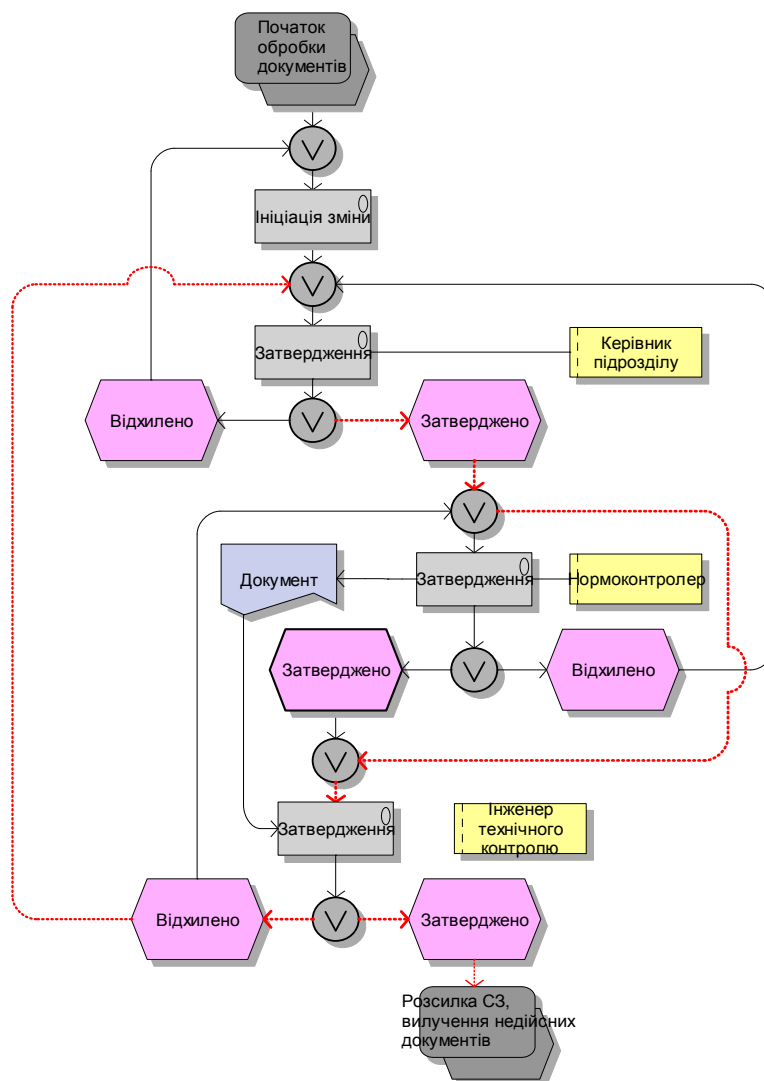


Рис. 2.16. Модель повернення документу на етап затвердження

Недоліком підходу є те, що співробітники, які вже затвердили документ до внесення змін, виключаються із процесу повторного затвердження. Ідеальним випадком є випадок, коли зміни, зроблені розробником документу після його відхилення, могли б бути погоджені співробітниками з ланцюжка затвердження ще раз без зауважень, але таке відбувається далеко не завжди. Тому можливе виникнення ситуації затвердження документу тільки останнім у ланцюжку затвердження за «умовної» згоди попередників.

Як видно з рисунку 2.17., на четвертому етапі затвердження відбулося відхилення документу для внесення змін, після внесення змін розробником

(етап 2.0.), документ направляється знову на четвертий етап затвердження (2.4.), після якого переходить до останнього п'ятого етапу.

Для розрахунку часу, необхідного для затвердження документу, можна використовувати формулу 2.1. Основною відмінністю буде кількість можливих циклів, максимальне значення яких досягає, також, при відхиленні документу на кожному з етапів, що призводить також до виникнення максимальної кількості циклів, які розраховуються за формулою 2.2.

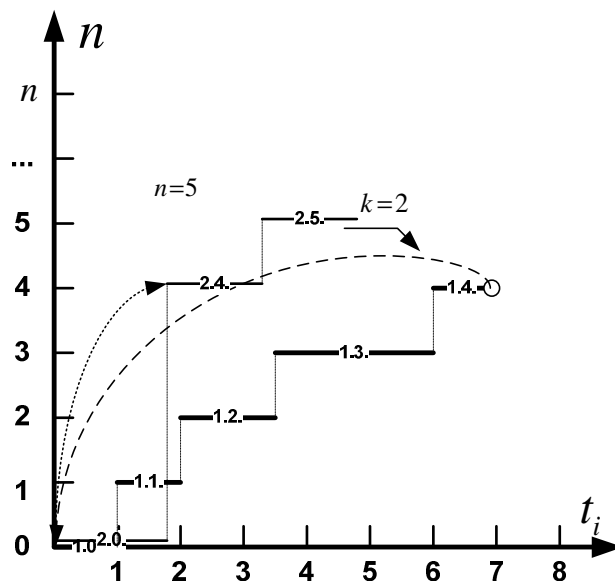


Рис. 2.17. Часова діаграма процесу затвердження документу

Сумарна максимальна кількість етапів у результаті відхилення документу виникає при максимальній кількості циклів затвердження і розраховується за формулами (2.14., 2.15):

$$n_{\max} = 2 \cdot n \quad (2.14.),$$

$$n_{\max} = 2 \cdot (k_{\max} - 1) \quad (2.15.),$$

При поверненні документу розробнику на доопрацювання система дозволяє проводити редагування, а після внесення змін і повернення на етап затвердження йому надаються лише права на перегляд. Проходження стадій життєвого циклу документом система фіксує за часом, тому завжди чітко

можна визначити скільки часу було витрачено на створення і редагування документу співробітниками.

Проте представлені варіанти організації процесу затвердження не відображають особливості стану об'єктів (документів, 3D – моделей) електронного документообігу в PDM-системі. На рис.2.18. приводиться схема стану документу відповідно до його життєвого циклу.

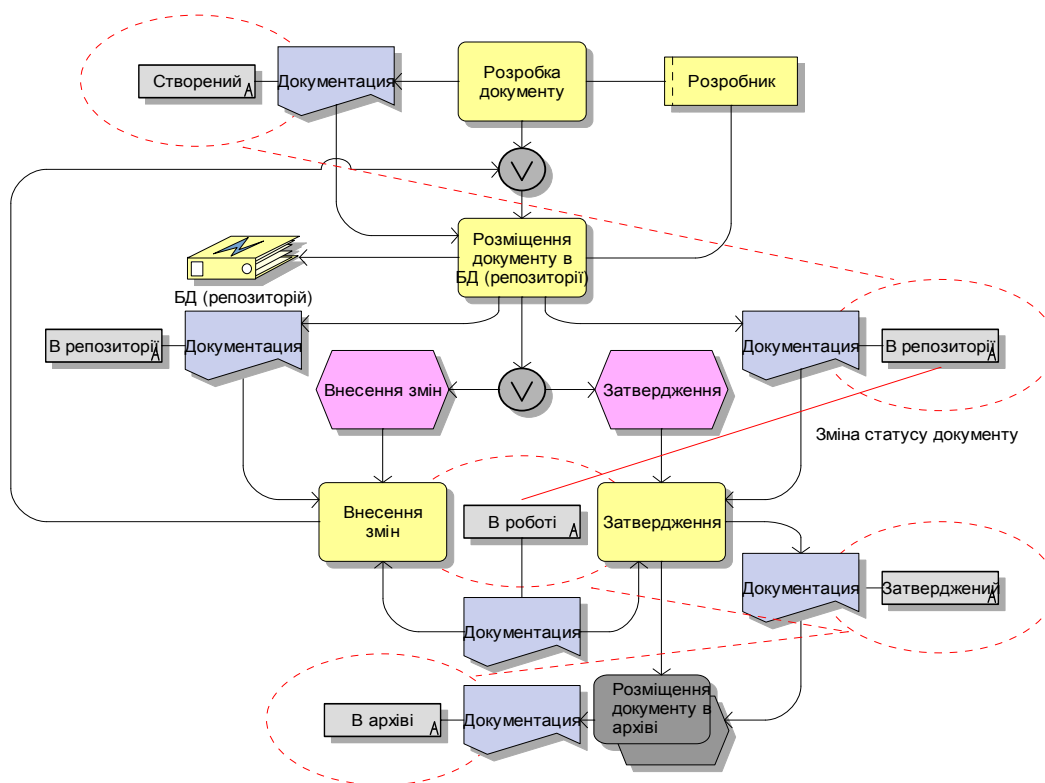


Рис. 2.18. Модель життєвого циклу документу

Із представлених вище варіантів затвердження та внесення змін до конструкторсько-технологічної документації зрозуміло, що даний процес складний, а його автоматизація потребує використання передових автоматизованих систем та прийняття рішення щодо застосування того чи іншого методу, що визначається вимогами до цілісності даних, швидкості обробки документів.

Введемо певні припущення та зробимо порівняльний аналіз розглянутих варіантів погодження документів, або взагалі подій у системі ТПВ. Прийнемо:

- $t_{ji} = 1 \text{ у.о.ч}$, тобто час затвердження на кожному етапі дорівнюється 1 умовній одиниці часу (на практиці це можуть бути секунди, хвилини, години, дні);

- $t_{\bar{o}} = 0,1 \cdot t_{ji}$ - час, необхідний на блокування займає до 10% часу затвердження;

- $t_{p\bar{o}} = 0,05 \cdot t_{ji}$ - час необхідний на розблокування займає до 5% часу затвердження, такий незначний час пов'язаний із тим, що розблокування відбувається після здійснення процедури перевірки відповідності внесених змін вимогам щодо змін;

- $t_{ne} = \{0,25 \vee 0,5\} \cdot t_{ji}$ - час, необхідний на перевірку відповідності змін вимогам займає від 25% до 50% часу затвердження, це залежить від варіанту 1 чи 2 відповідно;

- кількість етапів затвердження дорівнює 5;

- час розробки для всіх варіантів приймаємо однаковим, тому в розрахунках його не використовуємо;

- формула 2.1. може бути спрощена, використовуючи в розрахунках показники максимальної кількості блокувань, розблокувань і та ін. за формулою 2.16.:

$$T_I = t_{ji} \cdot \{n_{\max} \vee k_{\max}\} \quad (2.16),$$

де, t_{ji} — час затвердження на кожному етапі, n_{\max} - максимальна кількість етапів затвердження, k_{\max} - максимальна кількість циклів затвердження.

Тобто розрахунок максимального сумарного часу за кожним параметром відбувається шляхом множення максимальної кількості подій (етапів, блокувань і т. ін.) на час події. Результати розрахунку представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Порівняння варіантів затвердження документів у відносних одиницях часу.

Параметр	Варіанти затвердження документів			
	1.	2.		3.
		2.1.	2.2.	
T_i , у.од.часу	20	10	5	10
T_{σ} , у.од.часу	-	$6*0,1=0,6$	$5*0,1=0,5$	-
T_{pb} , у.од.часу	-	$5*0,05=0,25$	$4*0,05=0,2$	-
T_{nv} , у.од.часу	-	$5*0,25=1,25$	$5*0,5=2,5$	-
$T_{зд}$, у.од.часу	20	12,1	8,2	10
%	100%	<39,5%	< 59%	< 50%

Аналіз результатів порівняння варіантів затвердження документів дозволяє зробити висновок про максимальну ефективність із точки зору часу, необхідного для затвердження, варіанту з використанням аудитора, коли документ після коригування повертається на наступний етап затвердження. Економія часу в порівнянні з класичним варіантом затвердження складає 59%. Другий за ефективністю знаходиться варіант повернення документу на наступний етап затвердження після внесення в нього змін, минаючи етап, з якого його було повернено на доопрацювання. Варіант із залученням експерта та поверненням документа на етап, з якого його повернули на доопрацювання посідає третє місце за ефективністю.

Однак, слід враховувати, що ми розглянули задачу з одним критерієм – мінімізація часу затвердження документу $T_{зд} \rightarrow \min$. Реалії процесів ТПВ вимагають як мінімум врахування двох критеріїв під час розробки конструкторсько-технологічної документації, тобто вирішення багатокритеріальної задачі:

1. Мінімізації часу процесу розробки проектної документації $T_{КТД} \rightarrow \min$, який складається з часу безпосередньо розробки $T_{P_КТД}$ комплектів документів та часу, необхідного для затвердження

$T_{зд}$ документації на всіх етапах її життєвого циклу, тобто

$$T_{КТД} = T_{Р-КТД} + T_{зд} .$$

2. Забезпечення цілісності даних, що передбачає низку процедур, направлених на забезпечення відповідних прав доступу, послідовності обробки документів, неможливість одночасного внесення змін у один і той же документ, ознайомлення всіх учасників процесу з внесеними змінами і т. ін.

Із точки зору виконання умов 1,2 найбільш ефективним є варіант 2.1. затвердження документів, оскільки він суттєво прискорює процес затвердження (39,5%, виконання вимоги 1), не виключаючи з процесу співробітників, які відхилили документ на доробку (виконання вимоги 2). Варіант 2.2. може бути розглянутий як перспективний, але цілковита передача повноважень аудиторю суттєво зменшує ступінь виконання вимоги щодо цілісності даних, оскільки збільшує ступінь ризику прийняття некоректних змін у разі призначення аудитора з недостатньою компетенцією. Варіант 3 взагалі не виконує вимоги 2, що не припустимо в процесі ТПВ у зв'язку з високим ступенем відповідальності підготовки.

Після затвердження змін до документу відбувається розсилка повідомлень відповідним користувачам, при необхідності система дозволяє надсилати СМС повідомлення на стільникові телефони відповідальним особам, із попередженням про зміну статусу об'єкту (документу, 3D-моделі), також автоматично ведеться журнал обліку змін. Список розсилки формується на основі системи маршрутизації, при цьому користувачам, які працюють із електронними документами (конструктори, технологи, нормувальники), надсилаються лише повідомлення, а працюючим із паперовими копіями – змінені копії, або копії повідомлення про зміни у вигляді посилань на документи чи папки документів. Також можливий варіант, коли зміни вносяться безпосередньо в копії (на місцях чи з вилученням їх для цього).

Таким чином, етапи життєвого циклу повідомлення про зміну до документів як КД та і ТД схематично представимо на рисунку 2.19.

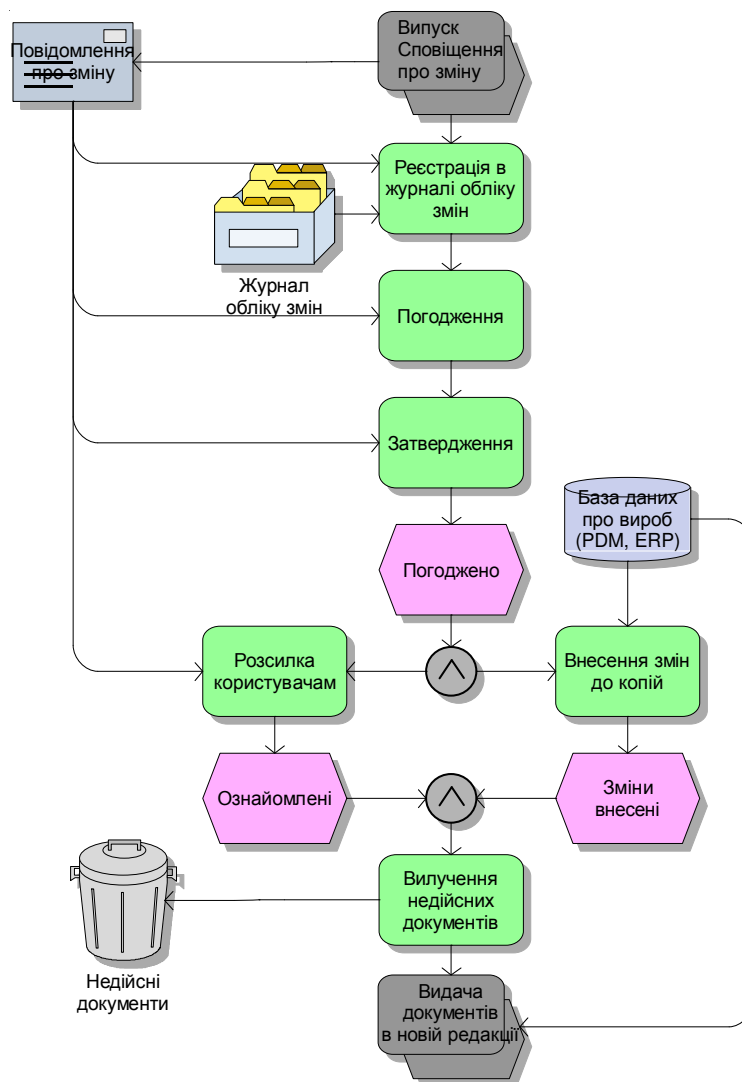


Рис. 2.19. Схема етапів життєвого циклу повідомлення про зміну даних КД і ТД

Узагальнюючи відомості про процес проходження документу по різним етапам життєвого циклу протягом ТПВ, можна схематично зобразити класифікацію процесу ТПВ з різних позицій: позиції класу процесу, статусу документу в частині його поточного стану та прав доступу до користування ним, а також із позиції статусу користувача. На рисунку 2.20. зображено схема класифікації інформаційного об'єкту «Процес».

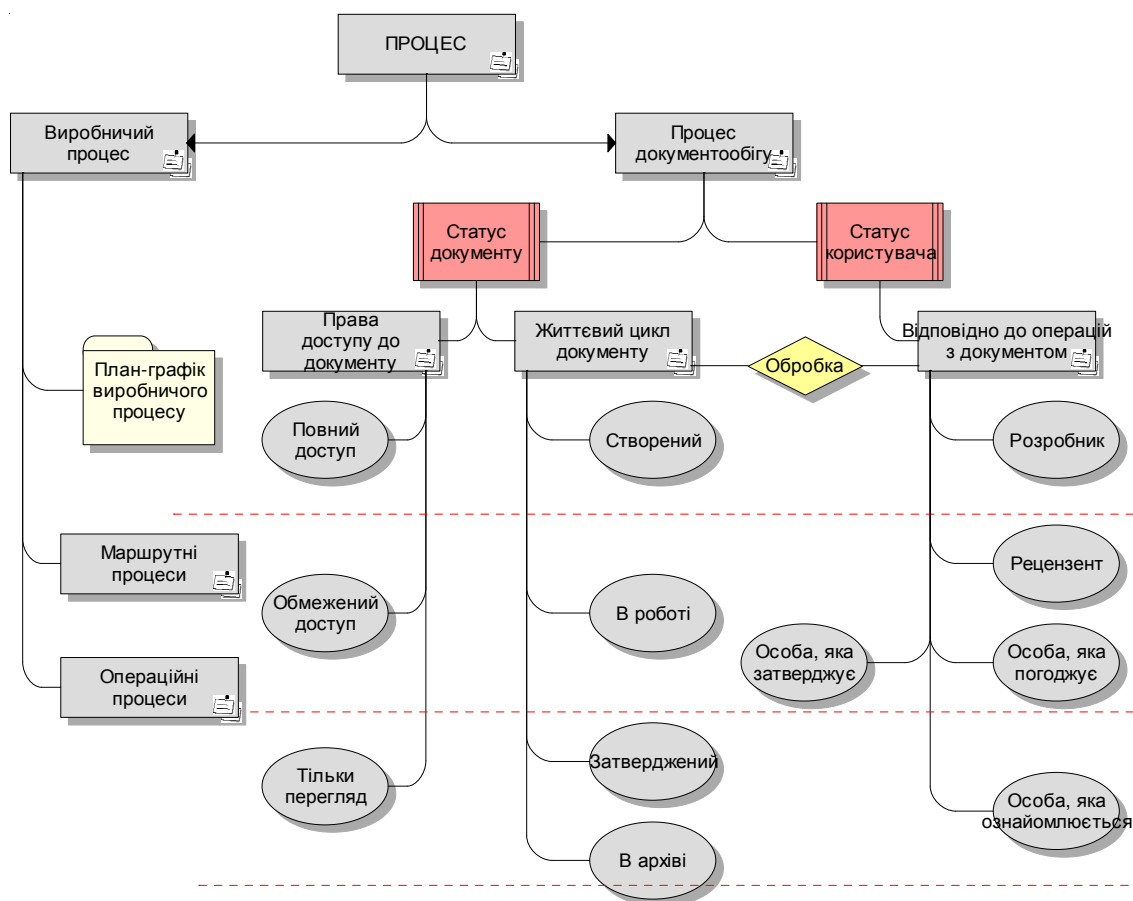


Рис. 2.20. Класифікація інформаційного об'єкту «Процес»

Під ресурсом будемо розуміти різноманітні види забезпечення, які використовується при виконанні бізнес-процесів ТПВ. До такого забезпечення належать: матеріальні, фінансові, кадрові та інформаційні ресурси.

Розглянемо ресурси, необхідні при розробці КД і ТД конструкторам і технологам. Під матеріалами в роботі цих служб потрібно розуміти папір для друку, заправлені картриджі, офісну техніку, комп'ютери, ручки і олівці. Крім того, у статтю «матеріали» повинні бути включені програмні засоби, що стоять на балансі підприємства, тобто нематеріальні активи. Фінансові служби беруть участь у процесі проектування виробу на етапі узгодження КД

і ТД, але не є об'єктом управління у структурі технічних служб ТПВ, тому їх можна не враховувати при розгляді процесу управління (рис. 2.21).

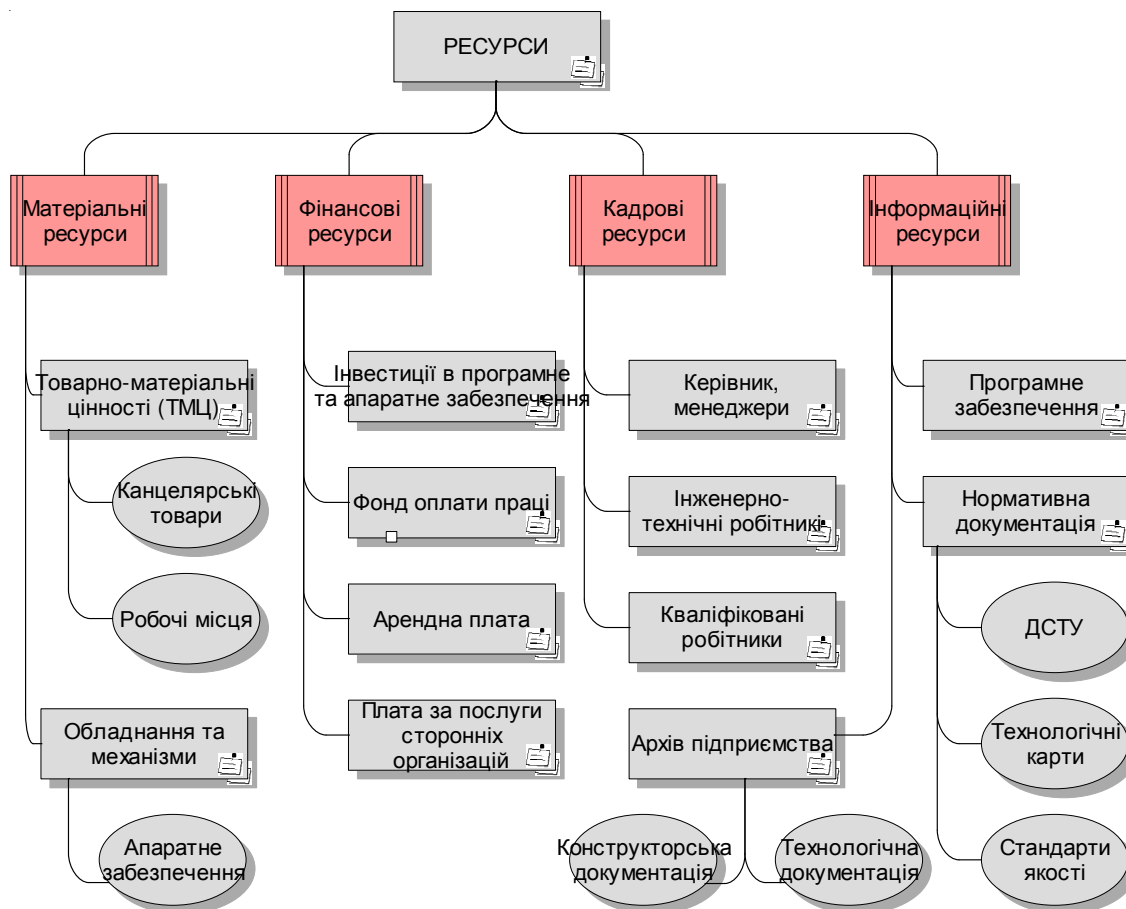


Рис. 2.21. Класифікація інформаційного об'єкту ТПВ - Ресурс

Таким чином, у даному підрозділі проаналізовано об'єктно-орієнтовані інформаційні об'єкти ТПВ в частині таких ключових понять як процес, продукт та ресурс, необхідних для реалізації моделей ТПВ та оцінки її управління.

2.3. Розробка методу оцінки управління ТПВ

2.3.1. Цілі і задачі управління системою ТПВ

Для створення моделі оцінки управління ТПВ розосереджених виробництв потрібно провести загальний аналіз процесів системи, зробити розподіл процесів за рівнями управління та ввести ключові показники діяльності на кожному рівні. Проаналізуємо об'єкти управління, визначимо цілі, задачі і параметри управління ТПВ. Управління ТПВ розосереджених виробництв відбувається на всіх ієрархічних рівнях, які після узагальнення можна умовно поділити на три рівні:

1. Вищий рівень – процес ТПВ з погляду його місця в загальній системі роботи розподіленого виробництва (рис.2.3.).

2. Середній рівень – процеси другого рівня, які є складовими загального процесу ТПВ, це рівень роботи конструкторського та технологічного бюро, а також їх взаємодії.

3. Нижчий рівень – безпосередньо процеси на рівні операцій створення конструкторсько-технологічної документації.

Перед кожним рівнем управління стоять свої завдання для успішного розв'язання яких в сучасному промисловому виробництві необхідно використовувати автоматизовані системи (підсистеми) ТПВ.

Представлені на сучасному ринку інформаційних технологій автоматизовані системи, мають обмежений функціонал (дивись розділ 1), тому виконують лише певну групу задач по моніторингу показників діяльності і відповідно по управлінню ТПВ. Для підвищення ефективності використання PDM-технологій в управлінні виробництвом на вітчизняних підприємствах необхідно [74]:

- провести аналіз ключових процесів, які впливають більш ніж на 80% на кінцевий результат;
- виділити цілі, для досягнення яких створені процеси;

- виділити завдання, які вирішуються для досягнення цілей;
- виділити ключові показники діяльності, за якими можливо контролювати процеси.

Завдяки відкритості PDM-системи, що є основою інтегрованого інформаційного середовища, можливим є створення підсистеми автоматизованого управління розподілом робіт в ТБ, та контролю над їх виконанням. Використання розробленої підсистеми дозволить скоротити строки підготовки технологічної документації і поліпшити контроль над виконанням робіт за рахунок:

- автоматичного аналізу КД і їх розподілу у вигляді завдань технологам, тобто створення системи документообігу з автоматичною реєстрацією часу обробки документів кожним співробітником;

- повторного використання знань, типових рішень, вузлів, що зменшить час на пошук рішень складних технічних проблем, які можливо повторюються в системі ТПВ при масовому виробництві, тобто зменшення часу $T_{P_КТД}$;

- зменшення помилок при розподілі робіт за рахунок чіткої маршрутизації руху документів та завдань у процесі затвердження документів, тобто зменшення часу $T_{ЗД}$;

- падання керівнику інформації необхідної для якісного управління процесом технологічної підготовки виробництва у графічному вигляді;

- виведення на монітор керівника графічного та аналогового представлення величин ключових показників діяльності окремих співробітників у рамках операцій третього рівня, в рамках підрозділів та, як результат, у рамках всього ТПВ.

Для створення зазначеної вище підсистеми необхідно провести дослідження процесу управління ТПВ на сучасних підприємствах, які використовують сучасні інформаційні технології, та створити модель відділу ТПВ для моделювання процесу управління ТПВ.

Сьогодні пріоритетним напрямком в управлінні ТПВ є розробка ТД у короткі строки з відповідною до вимог замовника якістю, а для цього необхідно мати чітку систему управління, яка включатиме моніторинг перерахованих параметрів для якісного і своєчасного прийняття управлінських рішень.

Представлені вище параметри управління системою ТПВ розділені відповідно до рівня ієрархії, та використовуються для вирішення завдань і досягнення цілей кожним із рівнів управління. Однак, необхідно провести відбір таких параметрів управління, які б характеризували систему ТПВ в цілому. Тому представимо систему ТПВ як об'єктно-орієнтовану модель, діяльність якої буде виконуватись в інтегрованому інформаційному середовищі PDM- системи.

2.3.2. Класифікація і вибір основних параметрів управління системою ТПВ

Управління системою ТПВ може бути охарактеризовано ключовими показниками ефективності, описаними для різних рівнів процесів управління, в рамках системи виробництва.

Ключові показники ефективності системи ТПВ повинні відображати стан системи на всіх рівнях її діяльності від найпростіших операцій до комплексного процесу верхнього рівня і розглядатися з точки зору складових її об'єктних областей: "продукт", "процес", "ресурс" [11, 12]. Необхідною умовою коректного використання ключових показників ефективності в управлінні ТПВ є використання їх у рамках роботи всього підприємства, тому що систему ТПВ необхідно розглядати як складну відкриту ієрархічну систему, побудовану на основі розділення операцій [75].

"Продуктом" у рамках системи процесів ТПВ є безпосередньо розроблені комплекти конструкторсько-технологічної документації, а в рамках роботи всього підприємства – його конкретна продукція згідно

номенклатури виробництва. У таблиці 2.2., для прикладу, представлені показники, які можуть бути використані для характеристики «продукту» ТПВ.

Таблиця 2.2.-

Показники інформаційного об'єкту - «Продукт»

№	Назва показника	Позначення	Одиниці виміру
1.	Виробнича програма всіх виробів на рік за номенклатурою, де n - кількість найменувань у номенклатурі.	$N_{PP} = \sum_{i=1}^n N_{PP_i}$	шт./рік
2.	Фактичне виконання виробничої програми за кожною позицією номенклатури	$N_{\Phi P_i}$	шт./рік
3.	Коефіцієнт виконання виробничого плану за номенклатурною групою	$K_{P_i} = \frac{N_{\Phi P_i}}{N_{PP_i}}$	б/р.
4.	Кількість комплектів КТД планова за номенклатурою	$N_{КТДП} = \sum_{i=1}^n N_{КТДП_i}$	шт./рік
5.	Кількість комплектів КТД фактична за номенклатурою	$N_{КТД\Phi_i}$	шт./рік
6.	Коефіцієнт виконання плану розробки КТД за номенклатурою, де $k_{П}$ - коефіцієнт, який враховує розробку КТД згідно з графіком. $k_{П} = \{0 \div 1\}$	$K_{КТД_i} = \frac{N_{КТД\Phi_i}}{N_{КТДП_i}} \cdot k_{П}$	б/р.
7.	Середній коефіцієнт використання одного комплекту КТД	$\bar{\eta} = \frac{N_{PP}}{N_{КТД}}$	б/р.
8.	Середня вартість розробки комплекту КТД	$\bar{B}_{КТД}$	грн.
9.	Сумарна кількість листів сповіщень про зміни (СЗ) за рік	$K_{СЗ} = \sum_{i=1}^n K_{СЗ_i}$	шт.
10.	Кількість протоколів невідповідності продукції, яка випускається згідно ІСО 9000:2008	K_{ISO}	шт.

Серед наведених в таблиці, показники 1-3 відносяться до показників рівня підприємства, показники 4-10 – до показників безпосередньо системи ТПВ. Показники рівня підприємства вводяться в зв'язку з тим, що показники в системі ТПВ пов'язані з ними у рамках виконання плану виробництва.

Згідно з класифікацією об'єкту "Процес" параметром управління системи ТПВ може бути час розробки КТД, тобто час, який, як зазначалося раніше, складається з часу безпосередньої розробки КТД та часу, необхідного для затвердження документів (таблиця 2.3.)

Таблиця 2.3.-

Показники інформаційного об'єкту «Процес»

№	Назва показника	Позначення	Одиниці виміру
1.	Час розробки конструкторської документації	$T_{КД} = T_{Р_КД} + T_{ЗКД}$	міс. (год.роб.часу)
2.	Час розробки технологічної документації	$T_{ТД} = T_{Р_ТД} + T_{ЗТД}$	міс. (год.роб.часу)
3.	Загальний час розробки КТД	$T_{КТД} = T_{КД} + T_{ТД}$	міс. (год.роб.часу)

Згідно класифікації інформаційного об'єкту "Ресурс" параметрами управління системи ТПВ можуть бути: кількість комп'ютерної техніки, яка використовується в підрозділах ТПВ; кількість грошових коштів у рік, які витрачаються на програмне забезпечення ТПВ; чисельність персоналу в підрозділах конструкторської і технологічної підготовки виробництва і т.ін. (таблиця 2.4.). Але ці показники не несуть суті ключових показників ефективності, вони можуть розглядатися як статистичні дані роботи системи.

Середня тарифна ставка співробітників КТБ розраховується за формулою 2.17.:

$$ГТС_{КТБ} = \frac{ГТС_K \cdot C_K + ГТС_T \cdot C_T + ГТС_I \cdot C_I}{C_{КТБ}} \quad (2.17).$$

Таблиця 2.4.-

Показники інформаційного об'єкту «Ресурс»

№	Назва показника	Позначення	Одиниці виміру
1.	Кількість штатних співробітників КТБ, яка складається з конструкторів, технологів та інших співробітників бюро	$C_{КТБ} = C_K + C_T + C_I$	шт.од.
2.	Годинна тарифна ставка конструктора	$ГТС_K$	грн./год.
3.	Годинна тарифна ставка технолога	$ГТС_T$	грн./год.
4.	Годинна тарифна ставка інших працівників	$ГТС_I$	грн./год.
5.	Середня тарифна ставка співробітника КТБ	$ГТС_{КТБ}$	грн./год.
6.	Величина амортизаційних відрахувань по статті апаратне забезпечення на рік	$A_{АЗ}$	тис. грн.
7.	Річна сума інвестицій в програмне і апаратне забезпечення КТБ	$I_{ПАЗ}$	тис. грн.

Використання наведених у таблицях 2.2.-2.4. показників для аналізу динаміки розвитку системи ТПВ у ретроспективі частині досягнення нею основної задачі, дозволяє виявляти багато змін системи ТПВ, наприклад:

- динаміку плану по номенклатурі, отже, плану випуску комплектів ТД;
- динаміку тривалості циклу підготовки і виробництва по єдиному графіку підготовки і виробництва в ретроспективі;
- динаміку кількості сповіщень про зміну, випущених за рік;
- динаміку інвестування в програмне та апаратне забезпечення (PDM – системи, сервери, потужні комп'ютери, локальні мережі та Інтранет у рамках розосереджених виробництв);

Аналіз показників у ретроспективі дозволяє на ранніх етапах розробки КТД виявляти негативні тенденції, такі як:

1. По стану документообігу: виявляти великі витрати часу на процес коригування, зміни технологічної документації;

2. По росту показника середньої часової тарифної ставки та середньої вартості комплексу КТД, виявляти початкові етапи неефективної праці, або змін у системах оплати праці та мотивації;

3. За показниками виконання планових завдань, щодо розробки комплектів КТД визначати початки зривів планів проектування та розробки.

Проте аналіз порівняльного стану системи ТПВ у ретроспективі не дозволяє отримати комплексну оцінку системи, яка ґрунтується на процесному управлінні ресурсами, з урахуванням пріоритетів стратегії розвитку бізнесу [76].

Як зазначалося раніше, введені показники надають практично вичерпну інформацію щодо стану системи в будь-який момент її роботи, але більшість із них носить суто статистичний характер, тому обробка їх може здійснюватися за допомогою відповідних статистичних методів. Крім того, показники 1-3 таблиці 2.2. характеризують суто ефективність роботи підприємства в цілому.

Із зазначених показників необхідно виділити показники, які можуть бути використані в якості ключових показників ефективності КТБ, зробити їх порівняльний аналіз для подальшого використання в моделях оцінки ефективності роботи КТБ по досягненню поставлених перед бюро цілей.

Поняття ключового показника ефективності було введено П. Нортоном та К. Робертом [77 - 79]. У якості ключових показників ефективності розглядають показники діяльності підрозділу (співробітника), які характеризують стан підприємства (підрозділу) в досягненні його цілей. Показники ефективності дозволяють контролювати активність співробітників, підрозділів та компанії в цілому [80, 81].

Основною ціллю конструкторсько-технологічного бюро є розробка конструкторсько-технологічної документації в установлені строки, відповідно до вимог ДСТУ, тобто повністю відповідати вимогам системи якості та за мінімальною вартістю. Виходячи з такого визначення цілі, з

розглянутих параметрів у якості ключових показників ефективності можна використовувати наступні:

1. Коефіцієнт виконання плану розробки КТД за номенклатурою (2.18):

$$K_{КТД_i} = \frac{N_{КТД\Phi_i}}{N_{КТДП_i}} \cdot k_{П} \quad (2.18),$$

де $k_{П}$ – коефіцієнт, який враховує розробку КТД згідно з графіком і приймає значення $k_{П} \in [0; 1]$.

$k_{П} = 1$ коли КТД розроблена згідно план-графіку розробки, відхилення від план-графіку зменшує $k_{П}$ пропорційно величині відхилення, норми розробляються керівниками підприємства та КТБ.

Коефіцієнт характеризує результативність роботи КТБ.

2. Середня вартість розробки комплекту КТД – $\bar{B}_{КТД}$. Середня вартість розробки комплекту КТД може бути розрахована за наступною формулою 2.19.:

$$\bar{B}_{КТД} = \frac{ГТС_{КТБ} \cdot T_{КТД} \cdot (1 + C_H) + A_{АЗ} + I_{ПАЗ} + B_M + B_{АД}}{N_{КТД\Phi}} \quad (2.19),$$

де B_M – витрати на матеріали (тюнери, папір і т.ін., необхідне для роботи співробітників КТБ);

$B_{АД}$ – витрати адміністративні, куди можна включити оплату комунальних послуг, оренди приміщень, послуги сторонніх компаній по підтримці інформаційних систем і т.ін.

C_H – ставка єдиного соціального внеску, яка визначається для кожного підприємства.

$A_{АЗ}$ – амортизаційні витрати.

Тобто середня вартість комплекту КТД визначається діленням суми прямих затрат (заробітна плата, матеріали), непрямих (амортизаційні відрахування, адміністративні затрати), а також інвестицій в інформаційні

технології проектування на кількість комплектів КТД, розроблених протягом року.

Розглянемо варіанти зменшення середньої вартості комплекту КТД. Аналіз формул (2.19, 2.17), за допомогою яких розраховується середня вартість КТД, дозволяє зробити висновок про певні шляхи її зменшення:

2.1. Зменшення складових непрямих затрат може відбуватися тільки за рахунок оптимізації цін закупівлі матеріалів, сплати оренди і т.ін. з урахуванням ціна-якість.

2.2. Зменшення інвестицій в інформаційні технології проектування, або взагалі відмова від них можливе тільки на короткому періоді, до моменту настання морального старіння програмного та апаратного забезпечення. Апаратне забезпечення також відіграє важливу роль у безпеці всієї системи ТПВ, тому відмова від своєчасного його оновлення може призвести до втрати даних про виріб та зриву взагалі роботи системи ТПВ. Слід відмітити, що закупівля сучасних програмних комплексів може призвести до зменшення часу процесу розробки КТД, що в свою чергу зменшує вартість. Це питання потребує окремого дослідження.

2.3. Збільшення кількості комплектів КТД при одночасному зменшенні строків розробки, ще й із можливим скороченням штату працівників вимагає від співробітників КТБ підвищення норм проектування та інтенсивності праці. Слід зазначити, що такі заходи слід здійснювати, підбираючи висококваліфікованих співробітників, зменшуючи процент адміністративного персоналу. Зазвичай непропорційно, але все ж збільшують часові тарифні ставки для компенсації інтенсивності праці.

3. Загальний час процесу розробки КТД. Як зазначалося раніше, час процесу розробки складається з двох складових: часу безпосередньої розробки КТД та часу, необхідного на погодження документації, яка розробляється і знаходиться на різних стадіях і етапах. Перша складова може бути зменшена шляхом підбору висококваліфікованих кадрів, збільшення інтенсифікації їх праці та закупівлі сучасних програмних комплексів. Друга

складова, як було розглянуто в підрозділі 2.2., може бути зменшена за рахунок використання системи електронного документообігу із затвердженою системою затвердження документів та подій.

Показник характеризує ефективність роботи КТБ.

4. Сумарна кількість листів сповіщень про зміни (СЗ) за рік $K_{CЗ}$.

Даний показник характеризує ефективність ТПВ з точки зору розробки проекту виробу та детального опрацювання технічних вимог щодо його виробництва та подальшої експлуатації на ранніх стадіях проектування. Тобто характеризується робота КБ на етапі концепції.

5. Кількість протоколів невідповідності продукції, яка випускається згідно ІСО 9000:2008 K_{ISO} .

Якщо підприємство сертифікувало процес ТПВ за стандартом ІСО 9000:2008, показник $K_{ISO} \rightarrow 0$, але не слід виключати цей показник у рамках комплексної оцінки стану ТПВ.

6. Річна сума інвестицій у програмне і апаратне забезпечення КТБ $I_{ПАЗ}$.

Із погляду на використання застарілого програмного і апаратного забезпечення на сучасних промислових виробництвах даний показник характеризує інтенсивність заміни його на нове, та, як результат інтенсифікацію проектування, зменшення кількості можливих помилок за рахунок використання єдиного інформаційного середовища.

2.3.3. Вибір та ранжування ключових показників діяльності в процесах ТПВ

Розглянуті нами ключові показники діяльності на думку керівників структурних підрозділів базових для дослідження підприємств, достатньо повно характеризують систему управління ТПВ з точки зору її ефективності та результативності, але їх кількість призводить до необхідності вирішення оптимізаційної багатокритеріальної задачі [82]. На практиці існують методи вирішення таких задач, але слід відмітити необхідність введення додаткових умов, або «заморожування» деяких факторів, тому в роботі пропонується визначити вагові коефіцієнти для обраних параметрів (ключових показників діяльності), використовуючи метод парних порівнянь Л.Терстоуна та ввести показник ефективності як функцію зазначених показників.

Для розрахунку вагових коефіцієнтів аспектів автором використано метод парних порівнянь [83], який використовується для рішення широкого кола задач, які включають у себе певні методи збору даних, а також способи побудови на їх основі оціночних шкал. Суть методу полягає в порівнянні об'єктів між собою. Об'єкти порівнюються попарно по відношенню до їх дії на загальну для них характеристику. У таблиці 2.5 наведено шкалу відносної важливості аспектів при їх попарному порівнянні [84].

Таблиця 2.5.-

Шкала відносної важливості при попарному порівнянні

Ступінь переваги	Визначення
0	Незалежні
1	Рівні, важливість однакова
2	Є певна перевага, можливо виділити деяку перевагу одного аспекту над іншим
3	Абсолютна перевага

Основним елементом для представлення інтенсивності взаємного впливу аспектів є матриці парних порівнянь (МПП) $\|\bar{A}\| = (a_{ij})$ (табл.2.6-8). Кінцевою метою порівняння аспектів є визначення їх рейтингу серед множини $A = (a_1, a_2, \dots, a_{12})$, яка розглядається, вираженого через вагові коефіцієнти g_i . Якщо позначити долю фактора a_i через w_j (ступінь переваги, яку проставляє експерт у відповідності до табл.2.5, то елементи матриці $\|\bar{A}\|$ розраховуються за формулою (2.20):

$$a_{ij} = \frac{w_j}{w_i} \quad (2.20).$$

Власний вектор МПП визначає порядок важливості аспектів у кількісному виразі. Інколи значення власного вектору МПП називають вектором пріоритетів, а власне значення є мірою погодженості оцінок.

Значення вагового коефіцієнту g_i (власного вектору МПП) знаходиться методом середнього геометричного вимірювання розрахунків між аспектами, які оцінюються, за формулою (2.21):

$$g_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \left(\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \right)} \quad (2.21),$$

де n – кількість аспектів (в нашому випадку 6).

Позначимо ключові показники діяльності для ТПВ, визначені нами в підрозділі 2.3.2. через відповідні умовні скорочення:

a_1 – коефіцієнт виконання плану розробки КТД за номенклатурою $K_{КТД_i}$;

a_2 – середня вартість розробки комплексу КТД - $\bar{B}_{КТД}$;

a_3 – загальний час процесу розробки КТД - $T_{КТД}$;

a_4 – сумарна кількість листів сповіщень про зміни (СЗ) за рік $K_{CЗ}$;

a_5 – кількість протоколів невідповідності продукції, яка випускається згідно ІСО 9000:2008 K_{ISO} ;

a_6 – річна сума інвестицій у програмне і апаратне забезпечення КТБ $I_{ПАЗ}$

Визначені детерміновані ключові показники діяльності ТПВ направлені на підвищення ефективності та результативності управління системою технологічної підготовки в рамках роботи всього підприємства.

Випадкових факторів, які впливають на процес і систему управління доволі багато, але як показує практика, вплив випадкових факторів незначний і їх можна виключити з моделі.

У якості даних для експертної оцінки автором взяті виробничі дані ТПВ, базового для даного дослідження підприємства ВАТ «Сумське НВО ім. М. В. Фрунзе» (м. Суми).

Для визначення ступеня вагомості ключових показників діяльності, необхідно сформулювати цільову функцію для оцінки ефективності $\Phi_E = f(a_i)$, та визначитися з засобами досягнення екстремуму зазначеної функції (2.22):

$$\Phi_E = \sum_{i=1}^6 g_i \cdot a_i \quad (2.22).$$

Таблиці попарних порівнянь формуються на основі висловлювань експертів у предметній галузі. Оскільки думки експертів, щодо підходів до збільшення ефективності та результативності системи, можуть суттєво різнитися в таблицях 2.6.-8, наведені результати розрахунку вагових коефіцієнтів з урахуванням відповідних позицій експертів:

1. Експерти вважають, що основною характеристикою системи управління ТПВ є виконання планів розробки КТД за номенклатурою та якість розробленої документації (таблиця 2.6.)

Таблиця 2.6.-

Вагові коефіцієнти для 1-го варіанту оцінки системи управління ТПВ

Показники	$K_{КТД_i}$	$\bar{B}_{КТД}$	$T_{КТД}$	$K_{СЗ}$	K_{ISO}	$I_{ПАЗ}$	g_i
$K_{КТД_i}$	1,00	2,00	3,00	2,00	1,00	3,00	0,279
$\bar{B}_{КТД}$	0,50	1,00	0,50	3,00	2,00	1,00	0,165
$T_{КТД}$	0,33	2,00	1,00	2,00	0,50	2,00	0,161
$K_{СЗ}$	0,50	0,33	0,50	1,00	0,50	3,00	0,109
K_{ISO}	1,00	0,50	2,00	2,00	1,00	3,00	0,207
$I_{ПАЗ}$	0,33	1,00	0,50	0,33	0,33	1,00	0,079

2. Експерти вважають, що основною характеристикою, яка описує якість системи управління ТПВ, є середня вартість розробки комплекту КТД та загальний час процесу його розробки (таблиця 2.7)

Таблиця 2.7.-

Вагові коефіцієнти для 2-го варіанту оцінки системи управління ТПВ

Показники	$K_{КТД_i}$	$\bar{B}_{КТД}$	$T_{КТД}$	$K_{СЗ}$	K_{ISO}	$I_{ПАЗ}$	g_i
$K_{КТД_i}$	1,00	0,33	1,00	2,00	1,00	2,00	0,160
$\bar{B}_{КТД}$	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	0,277
$T_{КТД}$	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	0,206
$K_{СЗ}$	0,50	0,50	1,00	1,00	2,00	3,00	0,163
K_{ISO}	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	3,00	0,130
$I_{ПАЗ}$	0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,065

3. Експерти вважають, що найбільш точною оцінкою якості управління ТПВ буде показник виконання планів розробки КТД за номенклатурою, що є наслідками мінімізації часу розробки та чіткому плануванню та проробці концепції виробу на початкових етапах проектування, що призведе до

мінімізації змін під час розробки та безпосередньо випуску продукції (таблиця 2.8)

Таблиця 2.8.-

Вагові коефіцієнти для 3-го варіанту оцінки системи управління ТПВ

Показники	$K_{КТД_i}$	$\bar{B}_{КТД}$	$T_{КТД}$	$K_{СЗ}$	K_{ISO}	$I_{ПАЗ}$	g_i
$K_{КТД_i}$	1,00	1,00	1,00	3,00	2,00	3,00	0,248
$\bar{B}_{КТД}$	1,00	1,00	0,50	0,33	1,00	2,00	0,127
$T_{КТД}$	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,216
$K_{СЗ}$	0,33	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,220
K_{ISO}	0,50	1,00	0,50	0,33	1,00	2,00	0,113
$I_{ПАЗ}$	0,33	0,50	0,50	0,33	0,50	1,00	0,075

Визначивши власний вектор МПП, тобто вагові коефіцієнти ключових показників діяльності, необхідно знайти головне власне значення МПП λ_{\max} , для оцінки погодженості висловів експертів, тобто експертних оцінок щодо визначення вагомості кожного показника. Ступінь погодженості експертних оцінок наближається до повної при $\lambda_{\max}=n$, де n - розмірність МПП, або кількість ключових показників діяльності. Головне власне значення МПП представляє собою суму відхилень оцінок парних порівнянь від ідеального значення. Відхилення оцінок парних порівнянь від ідеального значення розраховується як множення нормалізованої оцінки для кожного об'єкту на сумарне значення оцінок для нього, виставлених експертами (2.23):

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \left[g_i \cdot \sum_{j=1}^n a_{ji} \right] \quad (2.23).$$

Під час попарного порівняння ключових показників діяльності експертами виставляється оцінка, яка показує наскільки вага одного показника більша ніж іншого. Експерт може припустити помилку під час порівняння іншої пари показників, що неминуче призведе до протиріччя результатів. Для виявлення саме таких протиріч використовується кількісна

оцінка – індекс погодженості (П). Якщо відхилення від погодженості перевищує встановлені значення, то необхідно коректувати МПП, відхилення від погодженості може бути виражене вилициною відношення (2.24):

$$I_{II} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2.24).$$

Так як використовується дискретна шкала відносної важливості, виникає питання невідповідності реальних та ідеальних оцінок. Для повного розрахунку погодженості парних порівнянь розраховується кількісна оцінка відносної погодженості - $I_{ВП}$, як відношення індексу погодженості до середнього статистичного індексу погодженості при випадковому виборі коефіцієнтів МПП. Відносна погодженість для системи в цілому характеризує зважене середнє значення відносної погодженості по всім матрицям порівнянь. Дані можемо вважати практично погодженими, якщо значення відносної погодженості менше 0,1 [85,86]. Середнє значення випадкового індексу для кількості параметрів 6 дорівнює 1,24.

У таблиці 2.9. приведені відповідні параметри погодженості зазначених варіантів рішень експертів щодо вагомості певних ключових показників діяльності.

Таблиця 2.9.-

Погодженість висловів експертів.

Варіанти рішень	λ_{\max}	I_{II}	$I_{ВП}$
Варіант 1	6,61	0,122	0,098
Варіант 2	6,29	0,058	0,047
Варіант 3	6,45	0,091	0,073

Як видно з результатів розрахунків (таблиця 2.9.), усі рішення експертів у всіх трьох випадках є погодженими.

2.3.4. Метод оцінки управління ТПВ

Стан системи управління ТПВ у дискретні моменти часу може бути визначений через оцінку ключових показників діяльності підрозділів, які

виконують функції ТПВ. Кожний із ключових показників може бути представлений рядом дискретних значень у певний момент часу.

У загальному вигляді стан системи управління ТПВ може бути представлений вектором у просторі $\vec{\Phi}_E$, який характеризується парою точок. За базову точку будемо розглядати точку, яка характеризує початковий стан системи Φ_{E0} . Стан системи в певний момент часу характеризується точкою Φ_E та являє собою кінець вектора $\vec{\Phi}_E$. Величина вектора характеризує рівень ефективності системи управління ТПВ.

Введені в роботі ключові показники діяльності $K_{КТД\ i}$, $T_{КТД}$, $\bar{B}_{КТД}$, $K_{СЗ}$, K_{ISO} , $I_{ПАЗ}$ можуть бути представлені відповідними наборами числових значень у дискретні періоди часу

$$\vec{\Phi}_E = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}, \quad (2.25),$$

де a_i - значення відповідного показника діяльності $i = \overline{1,6}$.

Значення параметрів $\{a_1, \dots, a_6\}$ будемо розглядати як координати точки Φ_E в афінному просторі А. Афінний простір подібний до векторного простору, але всі точки цього простору є рівноправними і в ньому не визначене поняття початку відліку [87]. Тоді різним станам системи управління підготовкою виробництва будуть відповідати різні точки простору А в певні періоди часу (рис. 2.22).

Кожна пара точок простору А однозначно визначає вектор $\vec{\Phi}_E$, який належить асоційованому лінійному простору L [88]. Так, точкам $\Phi_{E0} = \{a_{10}, a_{20}, a_{30}, a_{40}, a_{50}, a_{60}\}$ та $\Phi_E = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$ відповідає вектор $\vec{\Phi}_E = \Phi_{E0} \vec{\Phi}_E = \{\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \tilde{a}_3, \tilde{a}_4, \tilde{a}_5, \tilde{a}_6\}$, де $\tilde{a}_i = a_i - a_{i0}, i = \overline{1,6}$

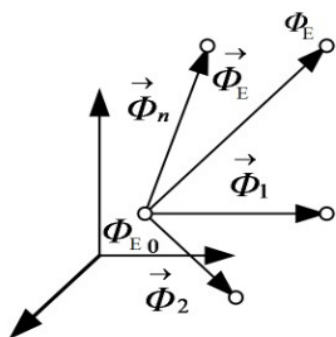


Рис. 2.22. Стани системи ТПВ

Врахувавши, що в афінному просторі не введене поняття початку відліку, визначивши точку Φ_{E0} як базову точку простору A , яка є початком всіх векторів $\vec{\Phi}_E$, будемо вважати що точці Φ_{E0} відповідає початковий стан системи управління ТПВ.

Наступні стани системи управління будуть описані іншими точками у просторі A в різні періоди часу. Це можуть бути дискретні, заздалегідь визначені періоди часу для здійснення оцінки динаміки розвитку системи управління ТПВ, або разові оцінки в змінах якості системи ТПВ після впровадження певних організаційно-технічних удосконалень.

Оскільки, практично всі показники діяльності мають певні розмірності, тобто вимірюються в різних одиницях виміру: штуки, гривні, місяці і грн./комплект, необхідно перевести їх до координат без розміру, тобто відносних одиниць для роботи в одному просторі A . Перехід здійснюється за наступною формулою (2.26):

$$\bar{a}_i = \frac{a_i - a_{i0}}{a_{i0}} \quad (2.26),$$

Перехід до безрозмірних координат у лінійному просторі має просту інтерпретацію (2.27) [90]:

$$\bar{\Phi} = \sum_{i=1}^6 \bar{a}_i \cdot e_i \quad (2.27),$$

де e_i стандартний базис лінійного простору.

Введена в попередньому розділі цільова функція для визначення рівня показника ефективності системи управління $\Phi_E = f(a_i)$, може бути перетворена з урахуванням 2.25, 2.26 та 2.22 і прийме вигляд (2.28).

$$\Phi_E = \sum_{i=1}^6 g_i \cdot (\bar{a}_i)^2 \quad (2.28),$$

де g_i – вагові коефіцієнти, розраховані за різними сценаріями (таблиці 2.6-2.8.)

Під рівнем ефективності системи управління ТПВ Φ_E будемо розуміти позитивний приріст вектора $\vec{\Phi}$ по відношенню до його початкового стану.

У зв'язку з тим, що показники діяльності мають різну природу, вони впливають на систему неоднаково. Збільшення одних призводить до збільшення показника ефективності систему управління, а інших – до погіршення стану. Тому розрахунок нормованих показників діяльності буде здійснюватися за наступними формулами (таблиця 2.10)

Таблиця 2.10.-

Перехід до безрозмірних величин показників діяльності.

№	Показник діяльності	$\vec{\Phi}_E \rightarrow \max$ при,	Формула нормування
1	$K_{КТД_i}$	$\rightarrow \max$	$\bar{a}_i = \frac{a_i - a_{i0}}{a_{i0}}$
2	$I_{ПАЗ}$	$\rightarrow \max$	
3	$T_{КТД}$	$\rightarrow \min$	$\bar{a}_i = \frac{a_{i0} - a_i}{a_i}$
4	$\bar{B}_{КТД}$	$\rightarrow \min$	
5	$K_{СЗ}$	$\rightarrow \min$	
6	K_{ISO}	$\rightarrow \min$	

В зв'язку з цим формула 2.28 прийме вигляд (2.29):

$$\Phi_E = \alpha \sum_{i=1}^2 g_i \cdot (\bar{a}_i)^2 - \beta \sum_{i=3}^6 g_i \cdot (\bar{a}_i)^2 \quad (2.29)$$

Значення вектору \bar{a}_i стану за кожним показником береться для розрахунків з відповідними знаками в залежності від позитивної чи негативної динаміки розвитку системи управління. Друга складова враховує від'ємну динаміку в розвитку показників. Вагові коефіцієнти α, β , як правило, дорівнюють 1.

Як зазначалося в розділі 2.3.3., вагові коефіцієнти g_i можуть розраховуватися за різними сценаріями в залежності від стратегічних задач

та ресурсів, які є у розпорядженні підприємства для реалізації заходів щодо підвищення ефективності підрозділів, задіяних у ТПВ.

Таким чином, суть та послідовність обробки інформації в рамках методу оцінки управління ТПВ може бути представлена наступними кроками (рис. 2.23).

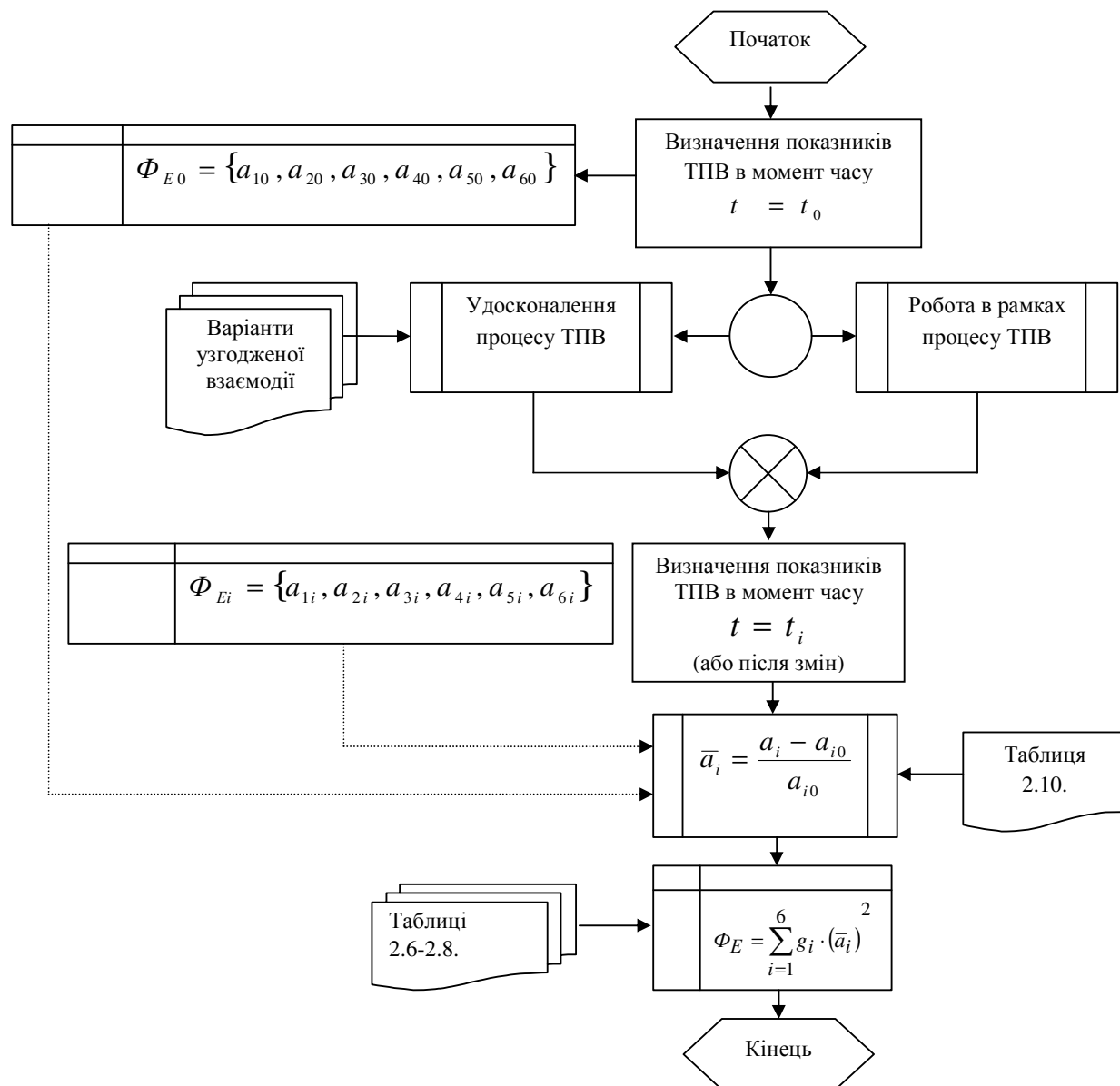


Рис. 2.23. Структурно-функціональна схема методу оцінки управління ТПВ

У випадку, коли розроблені планові показники діяльності для досягнення бажаного рівня системи управління ТПВ, можливо розрахувати планове значення Φ_{EP} та знайти коефіцієнт, який характеризує близькість фактичного стану системи управління ТПВ до бажаного у відносних одиницях (2.30):

$$K_E = \frac{\Phi_E}{\Phi_{EP}} \quad (2.30).$$

2.3.5. Вибір експертів для проектної процедури визначення вагових коефіцієнтів ключових показників діяльності

Центральною задачею формування експертної групи для визначення вагових коефіцієнтів є оцінка їх компетентності за тематикою роботи. Не розглядаючи подробиці різноманітних методів і підходів, оскільки їх на сьогодні існує велика кількість від якісних до кількісних (математичних) та плутанини в поняттях компетенції, компетентності і т.ін., зазначимо, що це питання доволі складне, оскільки охоплює проблеми психології та особистих відносин. Незважаючи на унікальність кожної експертизи, в теорії колективного прийняття рішень поступово формується нормативний базис універсальних методів і способів оцінки компетентності.

Професійна компетентність – це ступінь кваліфікації експерта в визначеній області знань. Професійну компетентність можливо вимірювати різними способами [92,93] та з використанням різноманітних показників: кількість наукових статей за проблемою, наявність вченого ступеню і т.ін.

Однак, однозначної залежності між цими показниками та рівнем компетентності не існує, а також безпосереднє вимірювання показників є доволі складним процесом.

У зв'язку з цим широке розповсюдження отримали оцінки професійної компетентності на основі самооцінки [94] та метод взаємної оцінки експертів, описаний в [95]. У методиці самооцінки професійна компетентність експертів вимірюється коефіцієнтом компетентності K_{KOM} (2.25), який

розраховується на основі суб'єктивного судження експерта про ступінь своєї інформованості по проблемі, яка вирішується та зазначення типових джерел аргументації своїх думок [92,93].

$$K_{КОМ} = \frac{1}{2}(k_i + k_a) \quad (2.25),$$

де k_i - коефіцієнт інформованості по проблемі, на основі самооцінки експерта по десятибальній шкалі, помножений на 0,1.

k_a - коефіцієнт аргументації, який визначається в результаті складання балів (табл. 2.10)

Для визначення коефіцієнту k_a кожен експерт заповнює таблицю 2.10, в якій стовбці 2-4 не заповнені. Для формування експертної групи в рамках задачі визначення вагових коефіцієнтів ключових показників діяльності автором роботи запропоновано наступний зміст всіх стовпців еталонної таблиці (таблиця 2.10).

Таблиця 2.10.-

Еталонна таблиця самооцінки експерта.

Джерело аргументації	Рівень впливу джерела на висловлювання експерта		
	А (високий)	В (середній)	С (низький)
Здійснений експертом аналіз предметної області ТПВ	0,2	0,15	0,12
Виробничий досвід експерта, пов'язаний з задачею оцінки системи управління ТПВ	0,3	0,25	0,1
Кількість комплектів КТД, розроблених експертом в рамках ТБ	0,08	0,07	0,05
Участь у нарадах з питання розробки системи управління ТПВ та оцінки ефективності роботи ТБ	0,1	0,08	0,04
Наявність додаткової економічної освіти у експерта	0,2	0,15	0,12
Виконування керівної ролі (керівник групи, відділу, ТБ)	0,12	0,1	0,07
Коефіцієнт аргументації k_a	1,0	0,8	0,5

Таким чином, коефіцієнт аргументації k_a лежить у діапазоні від 0 до 1.

ВИСНОВКИ

1. Автором здійснено аналіз ТПВ базових для дослідження підприємств, та запропоновано склад її інформаційних об'єктів у відповідності до процесного підходу: процесна модель, продукт та ресурс, що дозволило зробити декомпозицію процесу ТПВ та розглянути ключові показники діяльності для кожної об'єктної області.

2. Розроблено організаційні, функціональні та інформаційні моделі ТПВ верхнього рівня, що дозволило виявити основні проблемні питання під час формування оптимальних структур ТПВ, однією з яких є визначення оптимальної чисельності співробітників та норм керованості системи.

3. Зроблено детальний кількісний аналіз сучасних підходів для реалізації систем документообігу з точки зору методології організації процесів взаємодії активних елементів у рамках затвердження документів в інтегрованому інформаційному просторі розосереджених виробництв. Виявлені необхідні резерви часу для оптимізації згаданих процесів у рамках подальшого моделювання процесів затвердження конструкторсько-технологічної документації та вибору оптимальної схеми реалізації документообігу, що дозволило здійснити кількісну порівняльну оцінку чотирьох схем взаємодії фахівців у рамках ТПВ.

4. Визначено основні показники діяльності підрозділів ТПВ у відповідності до рівнів управління та предметних областей ТПВ у кількості 20 шт., що дозволило вичерпно описати предметну область ТПВ для подальшого використання у імітаційних моделях. Аналіз показників дозволив зробити висновки про неможливість на їх основі отримати комплексну оцінку стану системи управління ТПВ та здійснювати моніторинг динаміки розвитку системи управління ТПВ тому, що більшість із них несуть суто статистичну інформацію, яка не може бути використана для аналізу в рамках стратегії розвитку підприємства. У зв'язку з цим автором запропоновано розглядати ключові показники діяльності, як основу

для подальшої формалізації, алгоритмізації та розробки методу управління ТПВ.

5. Автором введено поняття ключових показників діяльності підрозділів, які відповідають за ТПВ. У якості основних виділені 6 ключових показників діяльності, шляхом групування розроблених раніше 20 показників за принципами їх взаємного впливу, що дозволяє використовувати їх у сучасних анотаціях моделювання складних систем.

6. Розроблено алгоритм відбору та ранжування ключових показників діяльності в процесах ТПВ із використанням методу парних порівнянь та використання статистичних методів дослідження, що дозволило побудувати систему комплексної оцінки стану системи управління ТПВ та не вирішувати багатокритеріальну оптимізаційну задачу щодо знаходження екстремуму функції якості системи.

7. Розроблено метод оцінки управління ТПВ, суть якого полягає у визначенні домінантних ознак системи за ваговими коефіцієнтами ключових показників діяльності, та побудови вектору стану системи в часі, що дає змогу оцінювати як стан системи ТПВ в часі, так і безпосередньо ступінь впливу на управління ТПВ різноманітних змін.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МЕТОДУ УПРАВЛІННЯ ТПВ

Розділ присвячений розробці процесної моделі ТПВ з погляду реінжинірингу існуючих процесів, встановленню ключових показників діяльності в модель, яка розробляється з метою подальшого контролю ефективності системи ТПВ у рамках моделювання за різними сценаріями. Введено поняття організаційної матриці ТПВ та організаційного графу.

Запропоновано розширити поняття норми керованості шляхом введення показника - індексу керівництва I_K , який враховує складність нового взаємовідношення у рамках сучасної ТПВ. Введено шестифакторну модель оцінки індексу керівництва з урахуванням особливостей побудови систем управління ТПВ розосереджених машинобудівних підприємств.

Розроблено метод управління ТПВ та наведено його використання на прикладі управління узгодженою взаємодією фахівців підрозділу ТПВ.

3.1. Алгоритм розробки процесної моделі управління ТПВ

У кожній динамічній системі, а саме такою є підсистема ТПВ в рамках системи управління підприємством, протікає певна кількість процесів різного рівня. ТПВ як підсистема виробничого підприємства, також представляє собою систему пов'язаних процесів, які забезпечують розробку конструкторсько-технологічної документації [96].

Сучасні методи моделювання виробничих систем орієнтовані саме на процеси, в зв'язку з тим, що всі методи реінжинірингу побудовані саме на процесному підході. Процесний метод також розглядає декілька підходів у рамках визначених методологій моделювання: функціональний підхід та об'єктно-орієнтований [97].

Функціональний підхід у моделюванні процесів зводиться до побудови схеми процесів у вигляді послідовності операцій, із якими пов'язані

матеріальні та інформаційні об'єкти, ресурси, які використовуються, організаційні одиниці і т.ін.

Об'єктно-орієнтований підхід передбачає виділення спочатку об'єктів, а потім лише дій, у яких вони приймають участь. Такий підхід дозволяє більш об'єктивно визначити операції над об'єктами та вирішити задачу про доцільність використання об'єктів із погляду їх ефективності.

Розвиток зазначених методологій моделювання призвів до появи CASE-засобів (Computer-Aided System Engineering), які призначені для автоматизації різноманітних операцій із діаграмами, що описують функціонування складних систем. Найбільшу перспективу мають комплексні (інтегровані) методології моделювання систем і процесів, до яких належить ARIS-методологія, обрана в якості базової для побудови моделі ТПВ [98].

Архітектура ARIS (Architecture Integral Information System) – це сукупність технологій, яка забезпечує розробку і удосконалення систем управління підприємством, а також проектування та створення інтегрованих інформаційних систем, їх підтримки на базі процесного підходу [99].

Порядок розробки процесної моделі ТПВ може бути представлений алгоритмом, який складається з шести кроків (рис. 3.1).

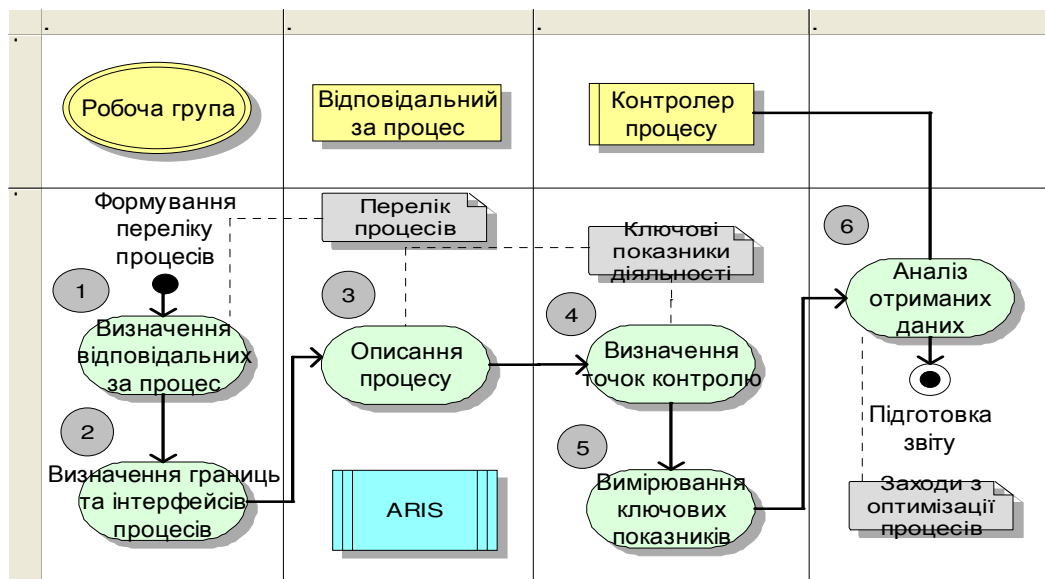


Рис. 3.1. Алгоритм розробки процесної моделі технологічної підготовки виробництва

На першому етапі визначаються відповідальні за процес особи, тобто співробітники, які приймають рішення та мають право розпоряджатися ресурсами [100-102]. У даній роботі здійснюється побудова та аналіз процесної моделі ТПВ, де відповідальними є керівники відповідних груп, бюро: конструкторських, технічних (таблиця 3.1.).

Другий крок – визначення границі процесів, тобто зони моделювання, які описуються в відповідному керівництві по функціональному моделюванню [103]. Опис процесу на третьому кроці відбувається за загальноприйнятими принципами моделювання [103]:

1. Принцип коректності. Коректність моделі залежить від правильності семантики і синтаксису, тобто від повноти погодженості синтаксису конкретної моделі.

2. Принцип релевантності. Слід моделювати лише ті фрагменти реальної системи, які відповідають призначенню моделі.

3. Принцип відповідності витрат на моделювання отриманим даним, тобто вартість отриманої інформації повинна бути набагато більшою, ніж витрати на моделювання (отримання інформації).

4. Принцип прозорості. Прозорість гарантує легкість використання моделей кінцевими користувачами, тобто моделі повинні бути максимально простими і нести лише необхідну інформацію.

5. Принцип порівняння. Моделі, які створені на базі погодженої концептуальної інфраструктури та єдиної мови моделювання, повинні давати можливість їх порівняння між собою, якщо назви об'єктів відповідають встановленим погодженням.

6. Принцип систематизованої структури. Цей принцип у якості обов'язкової умови передбачає можливість інтеграції моделей різних типів. Описання процесів здійснюється за допомогою відповідних моделей у рамках методології моделювання (таблиця 3.1.) [104]. У якості контрольних точок процесу на третьому кроці визначені ключові показники діяльності, які будуть використовуватися під час моделювання з метою визначення стану системи управління ТПВ розосередженого виробництва.

Таблиця 3.1.-

Область моделювання ТПВ

Область моделювання (група процесів)	Відповідальний за процес (роль)	Модель ARIS	Ключові показники діяльності
1	2	3	4
Організаційна структура	Керівник підрозділу ТПВ	Організаційна структура	$C_{КТБ} = C_K + C_T + C_I$
Ключові показники діяльності	Керівник підрозділу ТПВ	Ключові показники діяльності	Схематичне зображення
Розпорядок роботи КТБ	Керівник підрозділу ТПВ	Діаграма робочого часу	$ГТС_{КТБ}$
Процес розробки конструкторсько-технологічної документації (верхній рівень)	Керівник підрозділу ТПВ	Діаграма ланцюга доданої вартості	$K_{КТД_i} = \frac{N_{КТД\Phi_i}}{N_{КТД_i}} \cdot k_{П} \quad \bar{\eta} = \frac{N_P}{N_{КТД}}$
Процес розробки конструкторської документації (другий рівень), процеси третього і четвертого рівнів (деталізація)	Керівник підрозділу розробки конструкторської документації	Ланцюг подій процесу, діаграма оточення функції, дерево функцій, діаграма ланцюга процесу	$\bar{B}_{КТД}$, $K_{C3} = \sum_{i=1}^n K_{C3_i}$, K_{ISO}

1	2	3	4
Процес розробки технологічної документації (другий рівень), процеси третього і четвертого рівнів (деталізація)	Керівник підрозділу розробки технологічної документації	Ланцюг подій процесу, діаграма оточення функції, дерево функцій, діаграма ланцюга процесу	$\bar{B}_{КТД},$ $K_{C3} = \sum_{i=1}^n K_{C3_i}, K_{ISO}$
Процеси документообігу, інформаційні потоки (всі рівні)	Керівники відділів	Ланцюг подій процесу, діаграма носіїв інформації.	$T_{КТД} = T_{КД} + T_{ТД}$
Класифікація документів та їх статусу	Керівник архіву	Модель технічних термінів, діаграма носіїв інформації.	$N_{КТДП} = \sum_{i=1}^n N_{КТДП_i}$
Матеріальні ресурси (потоки)	Керівники відділів	Діаграма матеріалів, модель технічних ресурсів	A_{A3}
Поопераційний розрахунок вартості функцій	Керівник підрозділу ТПВ	Діаграма вартісних драйверів, діаграма вартісних категорій	$\bar{B}_{КТД}$

Границі моделювання процесної моделі ТПВ з урахуванням загального алгоритму приведено в таблиці 3.1. Таким чином, для оцінки стану системи ТПВ за допомогою розробленого методу (підрозділ 2.3) в роботі буде здійснене імітаційне моделювання в часі процесу ТПВ в рамках моделей наступних предметних областей:

1. Організаційна структура підрозділу, відповідального за технологічну підготовку виробництва розосередженого підприємства. Автором розглядається узагальнена організаційна структура з метою моделювання ТПВ та отримання відносних показників для подальшого аналізу (крок 6 алгоритму, рис. 3.1.).

2. Робочий графік роботи підрозділу з метою динамічного моделювання ТПВ у рамках підрозділів з урахуванням усіх технологічних перерв та отримання достовірних даних.

3. Безпосередньо процеси ТПВ 1-4 рівнів із певними припущеннями для отримання даних щодо вартості та часу розробки за запропонованими моделями погодження документів (розділ 2).

4. Процеси документообігу за запропонованими моделями з метою отримання статистичних даних, по-перше, для підтвердження теоретичних результатів отриманих у розділі 2, щодо їх ефективності, по-друге, для використання цих даних у якості параметрів процесних моделей ТПВ.

5. Моделювання з метою отримання даних щодо амортизаційних відрахувань та максимально повних даних щодо собівартості розробки комплекту КТД.

Конкретні підходи і припущення щодо вхідних даних моделей ТПВ, які розробляються в рамках методології ARIS, розглядаються в наступних розділах роботи.

3.2. Розробка процесної моделі узгодженої взаємодії фахівців в процесі ТПВ

3.2.1. Організаційна модель та ключові показники діяльності ТПВ

Організаційно-штатна структура - це сукупність організаційних одиниць (структурних підрозділів та посадових осіб), підсистем, які об'єднані для реалізації цілей організації ієрархічними зв'язками, що забезпечує розподілення функцій управління між особами, відповідальними за прийняття рішень та підлеглим персоналом у рамках існуючих процесів ТПВ [106].

У Додатку А автором наведена організаційна структура підрозділу, базового для дослідження підприємства, відповідального за технологічну підготовку виробництва, розосереджених машинобудівних виробництв. На сьогодні існує велика кількість різноманітних варіантів організаційних структур ТПВ, всі вони, як правило, визначаються матеріальними та фінансовими можливостями підприємств, їх можливостями відповідати сучасним методам проектування та управління ТПВ в єдиному інформаційному просторі. Саме тому автором розглядається типова структура з мінімально необхідною кількістю підрозділів для вирішення задач, які реалізуються в рамках ТПВ. Такий підхід дасть змогу використовувати запропоновані автором методи моделювання для широкого кола існуючих структур. На рисунку 3.2. представлено основні елементи об'єктів організаційної моделі відповідно до методології ARIS.

Як видно з рисунку, в моделі представлені наступні основні елементи:

- організаційні одиниці – це елемент організаційної структури (структурний підрозділ), який відповідає за виконання певних процесів, та функцій;
- позиції (посади) найбільш малий організаційний елемент, обов'язки якого, як правило, описані в посадових інструкціях та технологічних картах підприємства;

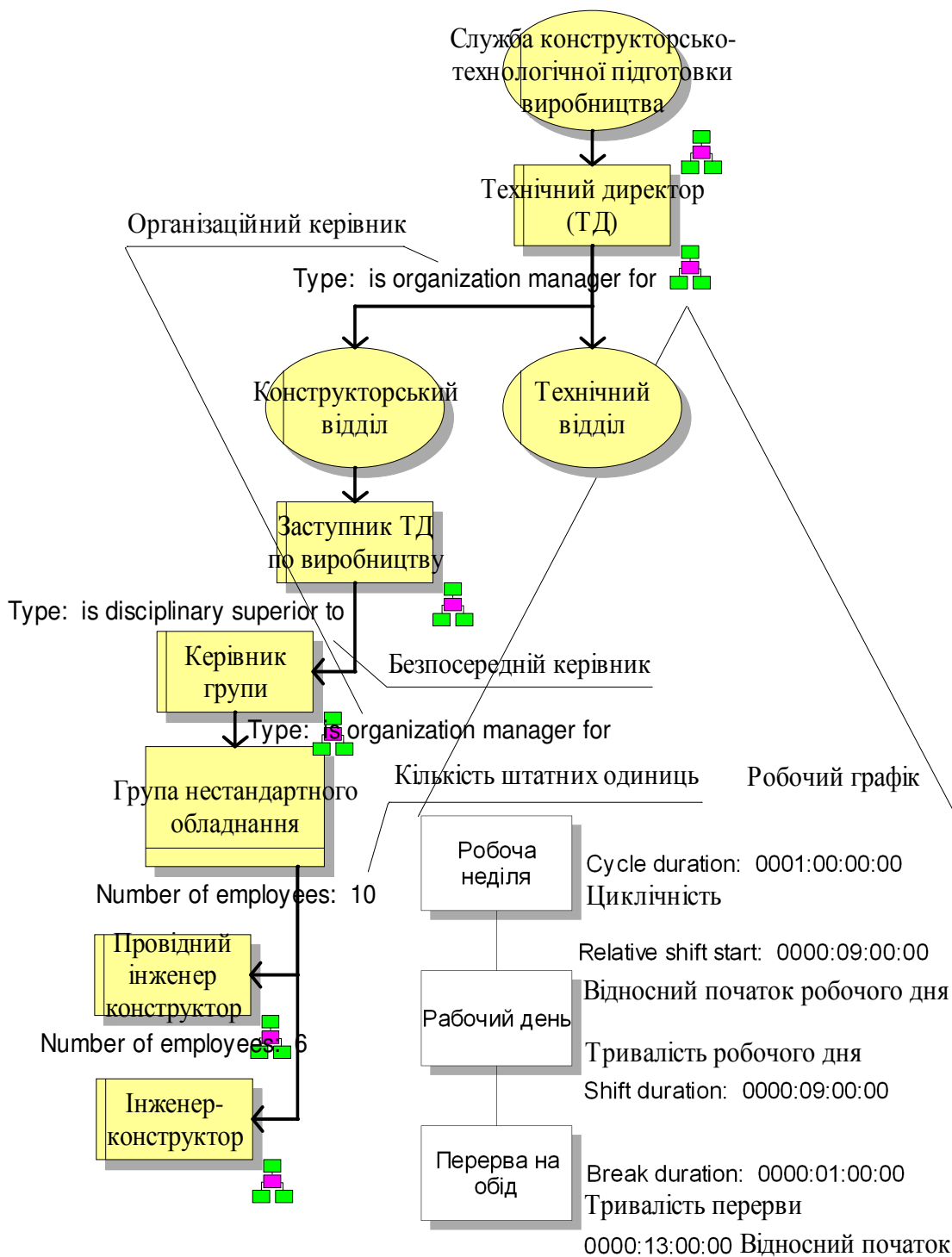


Рис. 3.2. Основні елементи семантики організаційних моделей

- зв'язки між елементами організаційної моделі – це елемент моделі, який визначає взаємовідносини між організаційними одиницями. На рисунку 3.2. представлені основні зв'язки: «безпосередній керівник» та

«організаційний керівник», які визначають відповідну ступінь контролю. З метою повного моделювання можливих відносин у системі передбачено 29 типів різних зв'язків, що дає змогу здійснювати імітаційне моделювання з урахуванням найдрібніших аспектів організаційної моделі;

- визначена кількість співробітників, які займають типові посади та кількість співробітників у відповідних відділах, що дозволяє здійснювати динамічне моделювання з урахуванням завантаження та норм виробітки.

На Рис. 3.2. також виведено типовий, для базового підприємства, план-графік роботи підрозділу. В методології ARIS це окрема модель робочого часу – календар змін. Календар змін – це багаторівнева об'єктна модель, яка назначається суб'єктам в організаційній діаграмі або моделі процесів із метою імітаційного моделювання робочого графіку [107]. З метою імітаційного моделювання автором використовується стандартний робочий графік, який затверджено на більшості підприємств машинобудівної галузі.

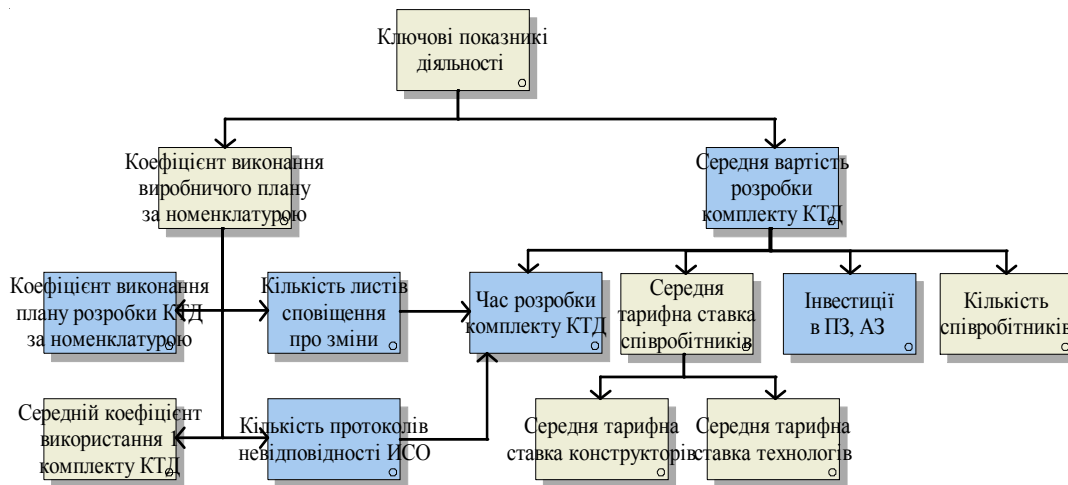


Рис. 3.3. Ключові показники діяльності

Для аналізу даних щодо кількісних характеристик ключових показників діяльності, введених у другому розділі та з метою контролю стану системи управління ТПВ, автором використовується модель ключових показників діяльності ТПВ (рис. 3.3)

На рисунку 3.3 виділені іншим кольором показники, які безпосередньо будуть використовуватися для аналізу ефективності системи управління під

час імітаційного моделювання. Як бачимо, показники мають ієрархічну структуру та взаємопов'язані.

3.2.2. Моделі технічних та інформаційних ресурсів ТПВ

У процесних моделях також визначають технічні ресурси, які необхідні для моделювання предметної області ТПВ з метою врахування їх властивостей: доступності, амортизаційних відрахувань, виробничої потужності і т.ін. [108].

На рисунку 2.21. другого розділу наведено загальну класифікацію ресурсів, необхідних для реалізації ТПВ. Але під час імітаційного моделювання за допомогою методології ARIS розглядаються декілька моделей (в нашому випадку 4 типи моделей) для описання зазначених ресурсів.

До технічних ресурсів у розрізі ТПВ відносяться операційні ресурси та технічне операційне забезпечення. Операційні ресурси – це екземпляри різноманітних типів операційних ресурсів, які доступні (необхідні) для реалізації ТПВ (рис. 3.4). Технічне операційне забезпечення представлено технічною та методичною підтримкою програмного та апаратного забезпечення в рамках ТПВ.

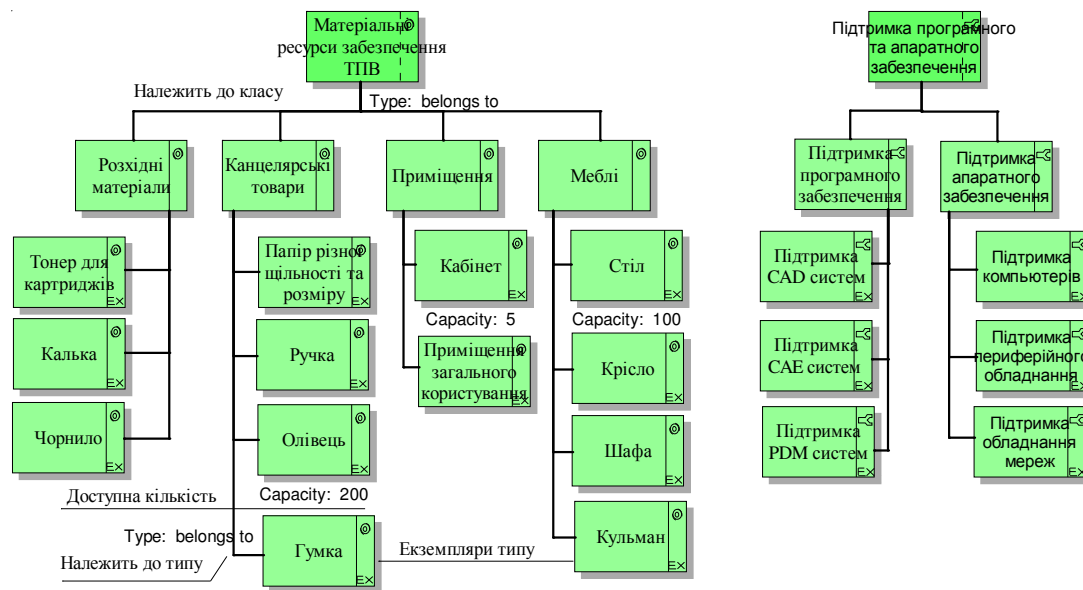


Рис. 3.4. Операційні ресурси ТПВ

3.2.3. Діаграма носіїв інформації

Діаграма носіїв інформації [109] використовується в роботі для моделювання даних у процесах ТПВ у вигляді вхідних та вихідних документів (технічні завдання, ескізні проекти, робоча документація, повідомлення про зміни і т.ін. (рис. 3.5.)

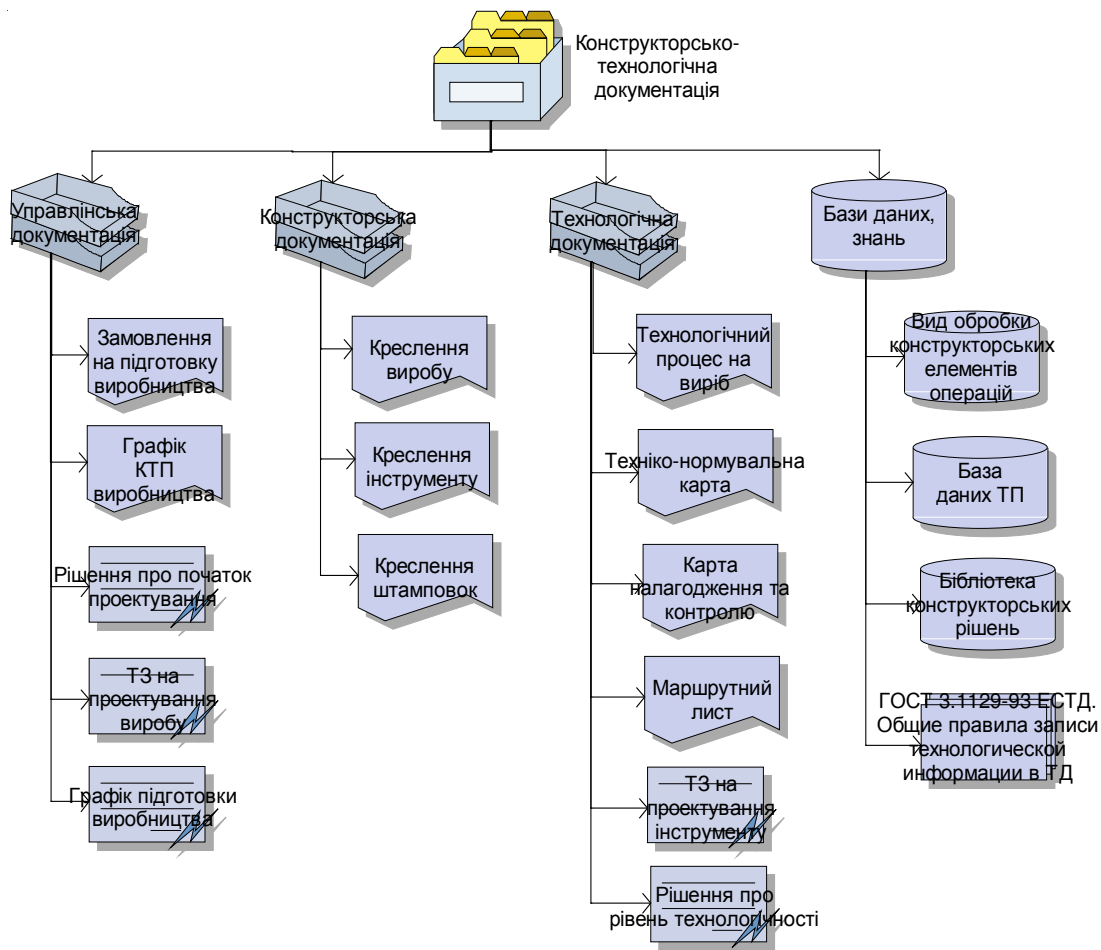


Рис. 3.5. Діаграма носіїв інформації

На рисунку 3.5. наведені тільки носії інформації, які використовуються під час моделювання.

3.2.4. Процесні моделі ТПВ розосереджених підприємств

Для об'єднання функцій і даних автором використовується модель типу «Ланцюг процесу, який управляється подіями» (EPCs – Event Driven

Process Chain), у якій для кожної функції можуть бути визначені початкові та кінцеві умови, події, які перемикають функції та передають управління до наступної функції, процесу [110].

У додатках Б-І наведені відповідні функціональні моделі процесу розробки конструкторсько-технологічної документації, починаючи з першого рівня – Діаграми доданої вартості, закінчуючи процесами четвертого рівня, які деталізують процеси розробки КТД до ключових показників діяльності, за якими буде розглядатися ефективність системи управління ТПВ. Особлива увага приділена процесам погодження документації, оскільки вони займають суттєвий час у загальному циклі розробки.

Анотація ARIS дозволяє описати властивості практично будь-якої функції завдяки наявності більше, ніж 80 атрибутів. Однак, розглянемо основні з них, які дозволяють виконати імітаційне моделювання в рамках задач дисертаційної роботи (рис. 3.6):

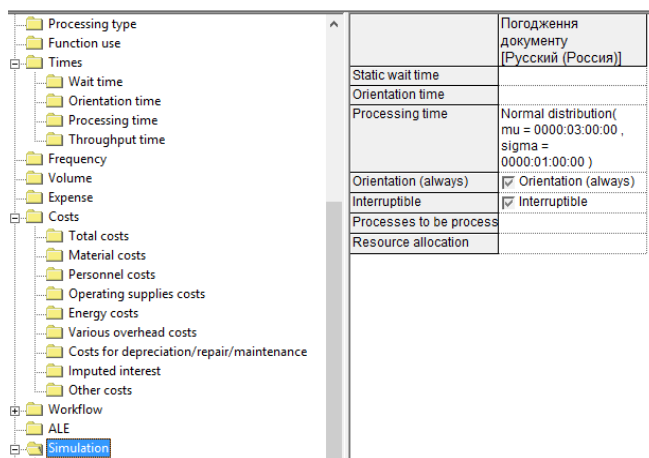


Рис. 3.6. Атрибути функції

1. Атрибути, які описують час виконання функції:

Час статичного очікування (Static wait time) t_s – проміжок часу між закінченням виконання даної функції та початком виконання наступної.

Час орієнтації, здійснення підготовчих дій (Orientation time) t_o – проміжок часу, необхідний кожному трудовому ресурсу для початку

виконання функції, це може бути ознайомлення з отриманим завданням, наприклад, повідомленням про зміни.

Час виконання функції (*Processing time*) t_p – час, необхідний для безпосереднього виконання функції.

Тобто, час виконання функції може бути представлений як сума трьох зазначених характеристик (3.1):

$$T_{\Phi} = t_s + t_o + t_p \quad (3.1).$$

Таким чином, час розробки комплексу КТД, розглянутий у другому розділі може бути представлений як сума часу виконання кожної операції в рамках процесу ТПВ, який, у свою чергу, буде представлений через час статичного очікування, орієнтації та безпосереднього виконання функції, тоді формула $T_{КТД} = T_{P_КТД} + T_{зд}$ з урахуванням (3.1) набуде вигляду (3.2)

$$T_{КТД} = \sum_{i=1}^n T_{\Phi_i} \quad (3.2).$$

Формула приймає такий вигляд, оскільки в поопераційному обчисленні [112] розробка та затвердження документації розглядаються як функції одного процесу і описуються однаковими по суті атрибутами.

Слід зазначити, що наведені атрибути, які характеризують час виконання операції, дозволяють здійснювати його описання за допомогою апарату теорії ймовірності, а саме, з використанням 8 законів щільності розподілення невідомої величини. Конкретні характеристики функцій будуть описані в четвертому розділі.

2. Атрибути, які описують вартість функції в рамках поопераційного розрахунку вартості процесу ТПВ, зведені в таблицю 3.2., де проставлені відповідності складовим формули 2.19, представленої у другому розділі:

Таблиця 3.2.-

Вартість функцій

Назва атрибуту	Позначення в формулі	Примітка
Вартість матеріалів (material cost)	Z_M	Враховується ПНД
Годинна тарифна ставка (personal cost)	$ГТС_{КТБ}, C_H$	Враховується ЄСВ
Амортизація обладнання (cost of depreciation)	A_{AZ}	
Вартість електрики (energy cost)	B_{AD}	
Різноманітні накладні витрати (various overhead cost)	B_{AT}	
Вартість операційної підтримки (operating supplies cost)	$I_{AПЗ}$	Розглядаються кредити, інвестиції і т.ін.

Таким чином, модель ЕРС дозволяє здійснити імітаційне моделювання та розрахувати всі введені автором роботи ключові показники діяльності. Оскільки модель дозволяє моделювати роботи підрозділів у часі, можливо отримати різноманітні статистичні дані щодо ефективності конкретних операцій у рамках ТПВ.

3.3. Визначення та оптимізація ключових показників діяльності в моделях ТПВ розосереджених підприємств

3.3.1. Математична модель норми керованості в організаційних і інформаційних моделях ТПВ

Для забезпечення операційного аналізу основних елементів діяльності в рамках ТПВ та взаємозв'язків між ними, автором пропонується застосовувати структурний підхід до розгляду організаційних моделей ТПВ. Структурний підхід передбачає використання багатьох понять [113], але автор роботи виділяє основні два: розділення праці та охоплення контролем, як критичні для показників ефективності роботи підрозділів, задіяних в ТПВ,

та які безпосередньо впливають на такий ключовий показник діяльності, як середня вартість розробки комплексу КТД. Оскільки, складовими зазначеного показника є кількість відповідних фахівців та опосередковано кількість рівнів контролю, що впливає на швидкість погодження документів та помилки, обумовлені людським фактором.

Дослідження існуючих схем формальних організаційних структур ТПВ дозволило виділити основні рівні горизонтального та функціонального розділення праці (рис. 3.7).

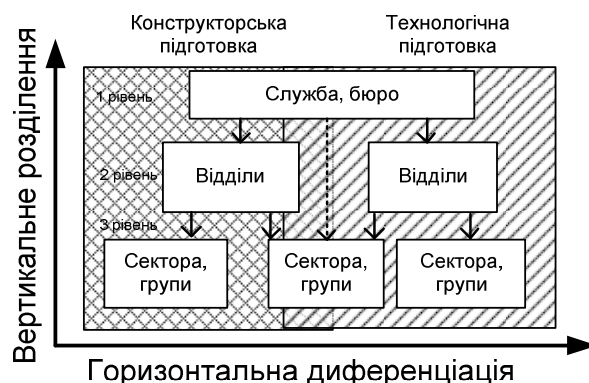


Рис. 3.7. Розділення праці в організаційних моделях ТПВ

Мета вертикального розділення праці в системі ТПВ – формалізація потоку зв'язків та повноважень, структура яких використовується в PDM системах для автоматизації розглянутих у попередньому розділі систем реалізації документообігу в рамках механізмів погодження документів ТПВ.

Горизонтальна диференціація відображує ступінь розділення праці між окремими структурними одиницями, в рамках верхнього рівня функцій ТПВ таке розділення представлено конструкторською та технологічною підготовкою. В сучасних системах ТПВ середній ступень розділення по вертикалі дорівнюється 3, а по горизонталі може коливатися від 5 до 15 організаційних одиниць. Для описання розділення праці автор вводить поняття організаційного графу (рис. 3.8) та організаційної матриці (таблиця 3.3).

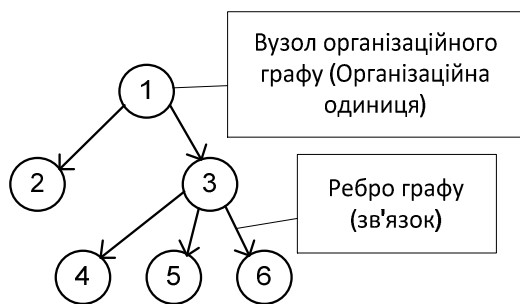


Рис. 3.8. Організаційний граф

Вузлами організаційного графу є організаційні одиниці ТПВ, а ребра – зв'язки між цими одиницями.

Формування організаційної матриці відбувається за правилами теорії графів [114-116]:

1. Матриця прямокутна, розмірність її визначається кількістю організаційних одиниць $O_i, i = \{1 \div n\}$.

2. Головні діагональні елементи матриці дорівнюють нулю $O_{ij} = 0, i = j$.

3. Елементи, які знаходяться на перетині організаційних одиниць, між якими є зв'язок, дорівнюють одиниці. Причому, на горизонталі знаходяться елементи вищі за рівнем підпорядкування, тобто розглядається зв'язок від першого до другого і третього, від третього до четвертого.

Таблиця 3.3.-

Організаційна матриця

	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	O_6
O_1	0	1	1	0	0	0
O_2	0	0	0	0	0	0
O_3	0	0	0	1	1	1
O_4	0	0	0	0	0	0
O_5	0	0	0	0	0	0
O_6	0	0	0	0	0	0

4. Кількість зв'язків - K_3 (одно направлених) в організаційній структурі дорівнює половині кількості елементів організаційної матриці K_E , які мають значення -1, $K_3 = K_E, \{O_{ij} = 1\}$.

5. Кількість рівнів контролю K_{PK} (основний показник для побудови системи документообігу з використанням PDM систем) дорівнює кількості

рядків матриці $\kappa_O \{O_{ij} = 1\}$, у яких є хоча б одна одиниця, збільшена на один, $\kappa_{PK} = \kappa_O \{O_{ij} = 1\} + 1$.

Норма керованості, або охоплення контролем це кількісний показник, який характеризує чисельність співробітників (розмір організаційної одиниці), які знаходяться в підпорядкуванні одного керівника.

Найбільш значущі роботи в галузі норм керованості належать В.С. Грайчунасу [117], який запропонував наступну формулу (3.3.) для визначення кількості потенційних взаємовідносин (контактів) керівника в залежності від кількості підлеглих співробітників n :

$$K_B = \frac{n \cdot 2^n}{2} + n - 1 \quad (3.3.)$$

Однак, використання формули дає уявлення про можливу кількість взаємовідносин та не характеризує їх складність, тому автором запропоновано ввести поняття індексу керівництва I_K , який би враховував зазначені аспекти в умовах ТПВ розосереджених підприємств.

Модель взаємовідношень «керівник організаційної одиниці – підлеглий» може бути розглянута як сукупність факторів, які описують рівень складності зазначених взаємовідношень. Із урахуванням особливостей розосереджених підприємств (див. розділ 2) та аналізу відповідних моделей, автором запропоновано використовувати наступні фактори з визначенням оціночних шкал:

1. Географічне віддалення підрозділів. Сучасні розосереджені підприємства (або окремі їх підрозділи, які виконують функції ТПВ) можуть бути рознесені як в рамках одного підприємства, так і в межах міста, що суттєво ускладнює процес керівництва (рис. 3.9).

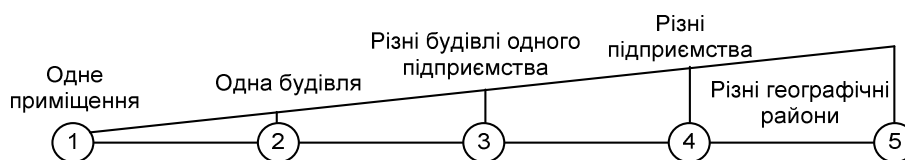


Рис. 3.9. Географічне віддалення підрозділів

2. Однорідність функцій, які повинен контролювати керівник організаційної одиниці ТПВ (рис. 3.10).

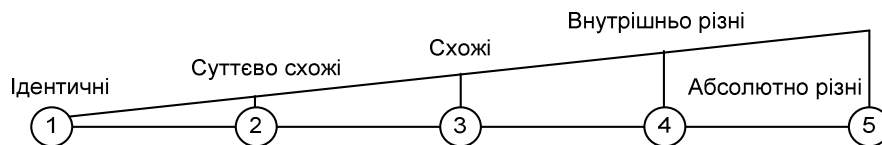


Рис. 3.10. Однорідність функцій

3. Складність функцій. Керівництво розглядається з точки зору можливості аналізу керівником типових, стандартизованих функцій підлеглими, тобто розглядається необхідний рівень компетентності та часу, необхідного для управління (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Складність функцій

4. Керівництво і контроль. Фактор відображає час, який керівник витрачає на керівництво підрозділами (рис. 3.12).

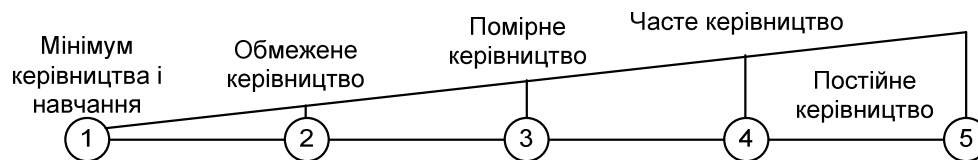


Рис. 3.12. Керівництво і контроль

5. Координація. Розглядається аспект, який враховує завантаження керівника в частині координації роботи його підрозділу з іншими організаційними одиницями в рамках технологічного процесу (рис. 3.13).

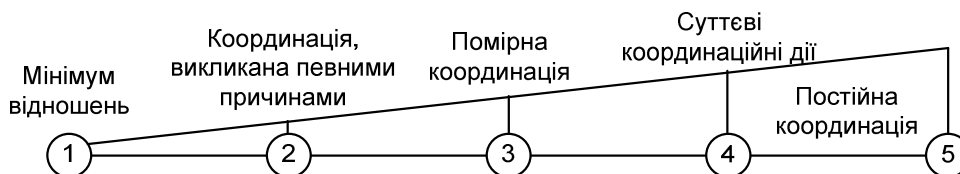


Рис. 3.13. Координація

6. Планування. Фактор розглядає питання керівництва з погляду самостійності керівника підрозділу в частині планування роботи організаційної одиниці (рис. 3.14).

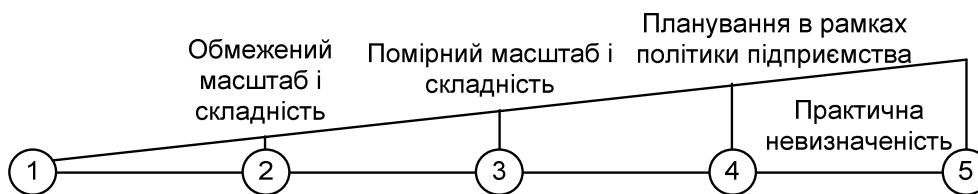


Рис. 3.14. Планування

Індекс керівництва розраховується за формулою (3.4.):

$$I_K = \sum_{i=1}^6 g_i \cdot f_i \quad (3.4),$$

де g_i – вагові коефіцієнти, які розраховуються з використанням методу попарного порівняння;

f_i – бали, призначені експертами кожному фактору $f_i = \{1 \div 5\}$.

Рівень охоплення контролем визначається з використанням індексу керівництва (таблиця 3.4.)

Таблиця 3.4.-

Рівень охоплення контролем у залежності від індексу керівництва

Індекс керівництва, I_K	Стандартний рівень охоплення контролем, чол.	K_B , кількості потенційних взаємовідносин, шт.	% часу, який витрачається на керівну роботу
1	7-9	454-2312	50%
2	6-8	197-1431	40%
3	5-7	84-454	35%
4	4-6	35-197	30%
5	3-5	14-84	25%

Дані щодо відсотку часу, який використовується для організації роботи підлеглих (керівництва роботою організаційної структури) [117], використовуються в імітаційних моделях взаємодії фахівців у системі ТПВ розосереджених виробництв у якості статистичних даних для моделювання інформаційних потоків, процесів погодження документів у системах PDM під

час математичного описання відповідних функцій за допомогою статистичних моделей [118].

Вхідними даними для таких розрахунків є чисельність фахівців задіяних в ТПВ, як один з ключових показників діяльності. Дана чисельність повинна розраховуватися відповідно до норм розробки конструкторсько-технологічної документації. Цьому питанню присвячено наступний підрозділ.

3.3.2. Математична модель розрахунку кількості фахівців, задіяних в інформаційній складовій ТПВ

Чисельність співробітників, зайнятих ТПВ, залежить від цілої низки факторів: обсяги виробництва, темпи виведення нових зразків продукції на ринок, стан єдиного інформаційного середовища та програмних і апаратних засобів, які використовуються для розробки КТД.

Більша кількість сучасних машинобудівних підприємств за період кінця 90-х – початку 2000-х (приблизно до 2006 року) в рамках динамічного ринку практично відійшли від планового ведення господарсько-фінансової діяльності і, як слідство, від нормування праці спеціалістів задіяних в ТПВ за нормами, визначеними на основі галузевих норм.

Планування здійснювалося здебільше за методами управління фондами оплати праці, коли на напрямок ТПВ виділявся певний відсоток від обсягів виробництва і, виходячи з ринкової вартості фахівця (конструктора, технолога), формувалися штати.

Однак, процеси виходу на закордонні ринки збуту, впровадження сучасних інформаційних технологій, створення єдиного інформаційного простору ТПВ у рамках розосереджених виробництв, з одного боку, створило необхідні умови для перегляду підходів планування, а з іншого – дозволило по-новому підійти до зазначеного питання. У зв'язку з такими можливостями, як документовані «Work Flow» процедури у PDM системах

[119, 120], що спрощує процедури обліку часу, необхідного для розробки комплектів КТД.

Автором роботи пропонується розглянути модель для визначення необхідної кількості фахівців конструкторської та технологічної підготовки, виходячи з планових показників діяльності підприємства, щодо випуску продукції з урахуванням Міжгалузевих норм часу розроблення конструкторської і технологічної документації [121].

Чисельність фахівців, задіяних у конструкторсько-технологічній підготовці, розраховується за формулою (3.5), представленою у другому розділі:

$$C_{КТБ} = C_K + C_T + C_I \quad (3.5).$$

Виходячи з формули 3.3., чисельність співробітників, які приймають участь у розробці документації, умовно можна розділити на дві групи: співробітники, які безпосередньо приймають участь у розробці КТД (3.6.), та співробітники, які виконують керівні та адміністративні функції:

$$C_{K+T} = C_K + C_T \quad (3.6.).$$

Показники чисельності C_{K+T} та C_I пов'язані коефіцієнтом η_I , який за практикою приймає значення від 0,10 до 0,20, тобто відсоткова вага співробітників, зайнятих виконанням управлінських та адміністративних функцій в загальній чисельності співробітників КТБ, дорівнює 10-20% (3.7.):

$$\eta_I = \frac{C_I}{C_K + C_T + C_I} = \{0,1 \div 0,2\} \quad (3.7.)$$

Як правило, розрахунок необхідної для розробки КТД чисельності співробітників виконується, виходячи з номенклатурного плану виробів за рік або планової кількості комплектів КТД $N_{КТДП} = \sum_{i=1}^n N_{КТДП_i}$ та часу їх розробки

$$T_{КТД} = T_{КД} + T_{ТД} \quad (3.8.):$$

$$C_{K+T} = \frac{N_{КТДП} \cdot T_{КТД}}{\Phi_{РЧ}} \quad (3.8.),$$

де $\Phi_{РЧ}$ - фонд річного робочого часу.

Далі за встановленим на підприємстві коефіцієнтом η_I , виходячи з формул 3.7., та 3.8. визначають необхідну кількість співробітників, зайнятих керівними та адміністративними функціями (3.9):

$$C_I = \frac{\eta_I \cdot C_{K+T}}{(1-\eta_I)} \quad (3.9).$$

Слід відмітити, що такий підхід дає загальне уявлення про необхідну кількість співробітників, беручи до уваги тільки норму робочого часу і не враховує складність документації, засоби автоматизації розробки та багато інших факторів.

Автором пропонується розглядати метод визначення кількості співробітників на основі Міжгалузевих норм часу, розроблення конструкторської документації [121] з урахування поправок щодо зменшення часу погодження та затвердження документу в рамках взаємодії фахівців в процесах ТПВ в єдиному інформаційному просторі.

Модель визначення необхідної кількості фахівців, як функція декількох змінних, може бути представлена у наступному вигляді (3.10.):

$$C_{K+T} = f(\Pi_O, \kappa_{II}) \quad (3.10),$$

де Π_O – основні параметри проекту, який розробляється (таблиця 3.5.);

κ_{II} – поправочні коефіцієнти (таблиця 3.6.).

Слід зазначити, що основні параметри проекту Π_O визначають нормативи часу t_H на розробку документації у відповідності до нормативних таблиць. Поправочні коефіцієнти використовуються з метою урахування всіх умов проектування, і формула 3.10 може бути записана наступним чином:

$$C_{K+T} = \frac{\sum_{i=1}^{14} t_H \cdot k \cdot \Pi_i}{\Phi_{РЧ}} \quad (3.11).$$

Таблиця 3.5.-

Основні параметри проекту

№	Назва параметру	Діапазон зміни параметру
1	Об'єкт проектування	Карти за номерами
2	Стадія проектування	Відповідно до стадійності
3.	Категорія новизни	А-Д
4.	Фактичний формат	А0-А4
5.	Усього листів	Фактичне значення
6.	Група складності	I-IV

Таблиця 3.6.-

Поправочні коефіцієнти

№	Назва коефіцієнту	Діапазон зміни коефіцієнту
1.	Серійність виробництва	1,0 – 1,2
2.	% коригування (внесення змін)	0,1 – 1,0
3.	Досвід роботи співробітника	1,2 – 1,0
4.	Супутні роботи	1,0 – 2,1
5.	Особливості використання виробу	1,0 – 1,2
6.	Виконання рамок і штампів	1,2 – 0,8
7.	Програмне забезпечення	1,2 – 0,72
8.	Масштаб креслень	1,0 – 1,15
9.	Ступінь готовності креслень	0,6 – 1,0
10.	Щільність заповнення креслень	0,8 – 1,2
11.	% використання основного варіанту	1,0 – 0,2
12.	Мова оформлення проекту	1,0 – 1,5
13.	Використання аплікацій	0,15 – 1,0
14.	Суміщення креслень	1,0 – 1,15

Наведені коефіцієнти не враховують особливості роботи фахівців, задіяних розробці КТД, в єдиному інформаційному полі, що може суттєво скоригувати коефіцієнти 4,7, які мають один з найбільших діапазонів зміни. Супутні роботи передбачають керівництво, погодження проекту, авторський нагляд та вхідний контроль, тобто процеси, які розглядаються в

дисертаційній роботі як об'єкт оптимізації. Після проведення імітаційного моделювання процесів ТПВ, автор пропонує здійснити коригування зазначених коефіцієнтів, виходячи з отриманих результатів, що дозволить здійснити більш точне планування кількості фахівців.

3.3.3. Інформаційна та математична модель розрахунку середньої вартості розробки комплекту КТД та вартісних категорій процесів ТПВ

У роботі визначення вартості функцій ТПВ розглядається з позиції методу поопераційного обчислення функцій [122-124], з метою розрахунку собівартості комплекту КТД. Метод управління вартістю процесів розширює класичні методи [125-127] управління вартістю шляхом розрахунку вартості кожної функції у процесних моделях. Для цього у процесних моделях вартість ресурсів пов'язується безпосередньо з тими операціями, у яких даний ресурс використовується.

У відповідності до класифікації витрат та можливості їх віднесення на конкретний об'єкт калькуляції [128 – 130], виділяють затрати:

- прямі – затрати, які можна чітко віднести до об'єкту калькуляції;
- непрямі – затрати, які неможливо безпосередньо віднести до об'єкту калькуляції.

У роботі автором, з метою спрощення моделі, використовуються тільки прямі витрати, які теж класифікуються як постійні та змінні. В анотації ARIS для вирішення задач поопераційного обчислення використовуються моделі типу діаграми вартісних драйверів та діаграми вартісних категорій, які є пов'язаними.

Діаграми вартісних драйверів (рис. 3.15) описує ієрархічний взаємозв'язок розрахункових величин, призначених для оцінки вартості окремих функцій у рамках процесу ТПВ.

Додана вартість процесу ТПВ залежить від виробничої програми та коефіцієнтів виконання планів розробки комплектів КТД та коефіцієнту

використання одного комплекту, що зменшує собівартість та відповідно збільшує додану вартість.

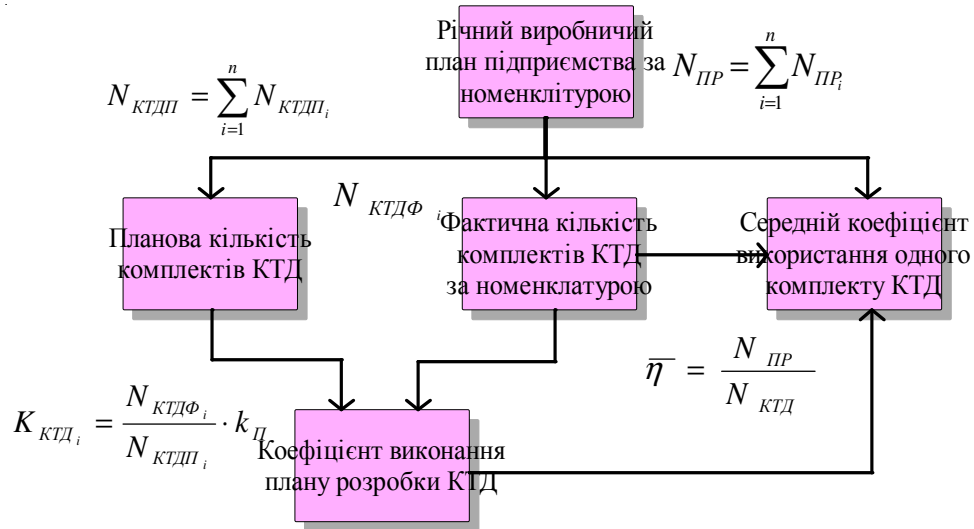


Рис. 3.15. Діаграма вартісних драйверів ТПВ

Діаграма вартісних категорій використовується для систематичного структурування всієї вартісної інформації. Тобто, запропоновану автором класифікацію витрат на розробку КТД, можна представити у вигляді схеми вартісних категорій ТПВ, яка з'являється в результаті розробки або оцінки вартісних драйверів (рис. 3.16).

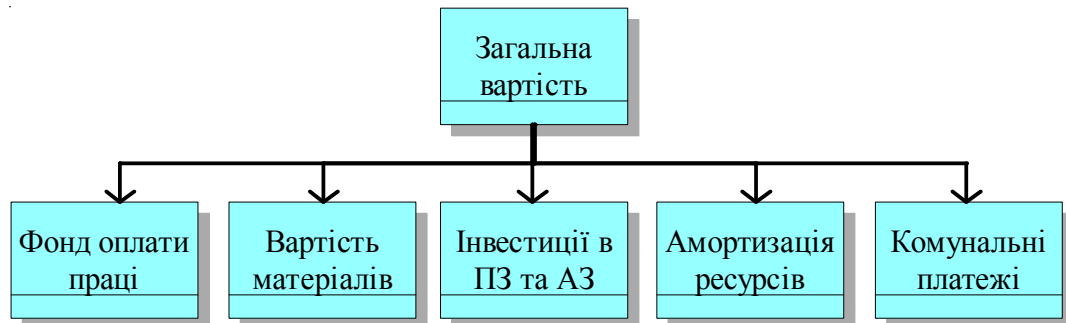


Рис. 3.16. Схема вартісних категорій ТПВ

Модель вартісних категорій використовується для систематизації даних щодо витрат процесу в розрізі кожної операції та введення цих даних у процесні моделі взаємодії фахівців у рамках ТПВ, розглянутих в розділі 3.2.4.

Виходячи з підходу поопераційного обчислення вартості функцій, формула середньої собівартості розробки комплекту КТД (2.19), введена у другому розділі прийме вигляд (3.11):

$$\bar{B}_{КТД} = \frac{\sum_{i=1}^n (ГТС_{КТБ} \cdot T_{КТД} \cdot (1 + C_H) + A_{АЗ} + Z_M)_i + I_{АПЗ} + Z_{АД}}{N_{КТДФ}} \quad (3.11),$$

де n - кількість функцій, визначених під час декомпозиції процесу ТПВ.

Таким чином, такий підхід дозволяє виявити слабкі, або найбільш затратні місця в процесі ТПВ на рівні окремих операцій. Практична реалізація підходу розглянута в четвертому розділі роботи.

3.4. Метод управління ТПВ

У зв'язку з великою кількістю моделей, алгоритмів і підходів, які використовуються для моделювання та аналізу ключових показників діяльності в процесі ТПВ, автором розроблено метод, який логічно поєднує в собі зазначені взаємопов'язані інструменти моделювання та реалізує управління ТПВ. Метод, представлений в графічному вигляді як структурно-функціональна схема послідовних кроків у рамках процесу аналізу стану ТПВ, побудови моделі та імітаційного моделювання (рис. 3.17).

Оцінка якості системи управління ТПВ може бути безпосередньо здійснена за допомогою методу оцінки та відповідного алгоритму, розглянутих у другому розділі роботи. Автором запропоновано метод управління ТПВ, який включає в себе розроблений метод оцінки та ряд алгоритмів і підходів для здійснення імітаційного моделювання ТПВ в часі з метою отримання ключових показників для подальшого їх динамічного аналізу.

Метод передбачає попередній аналіз виробничої програми підприємства та планову кількість комплектів КТД, необхідну у звітному році відповідно до програми виробництва.

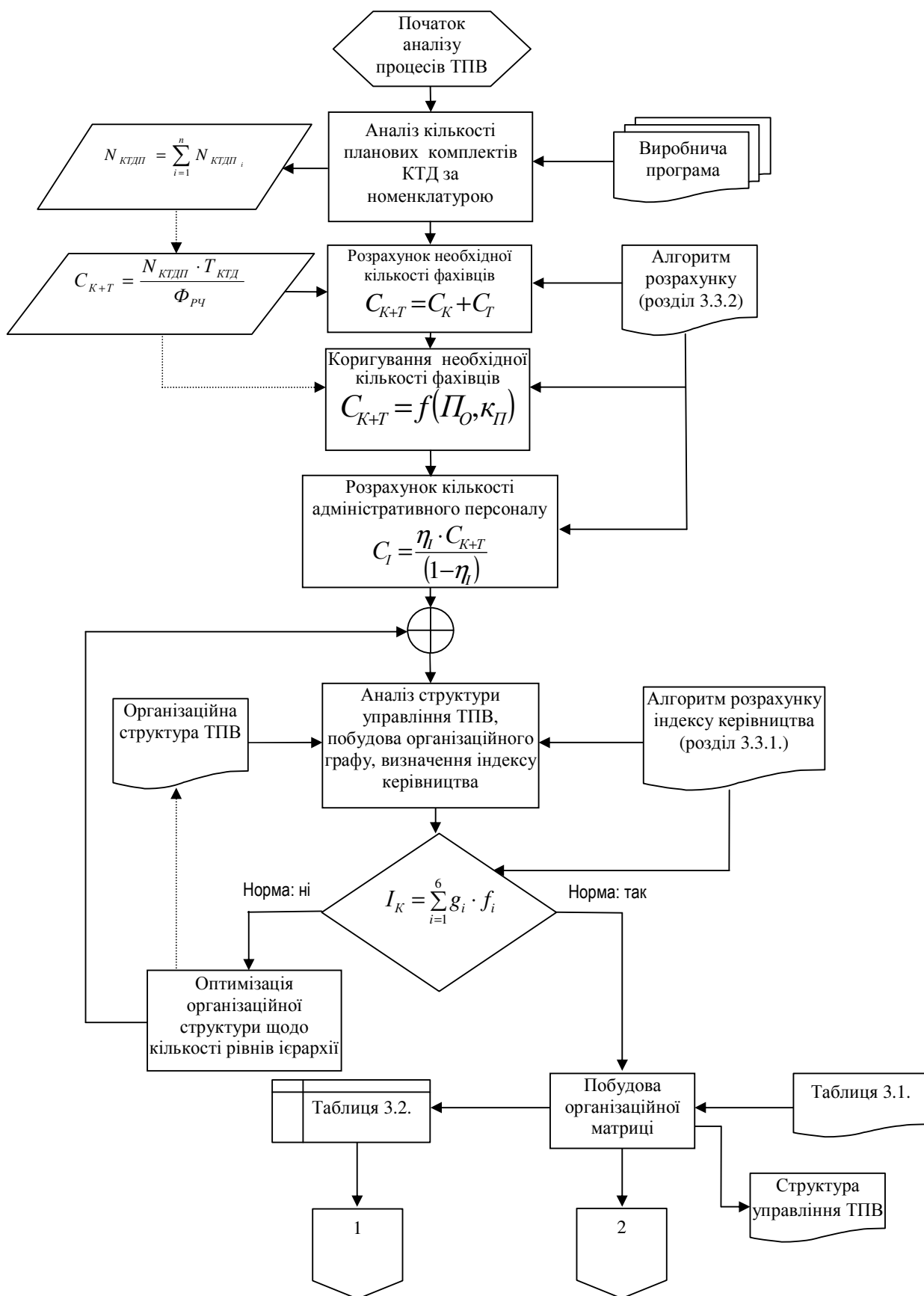


Рис. 3.17. Структурно-функціональна схема методу управління ТПВ (частина 1)

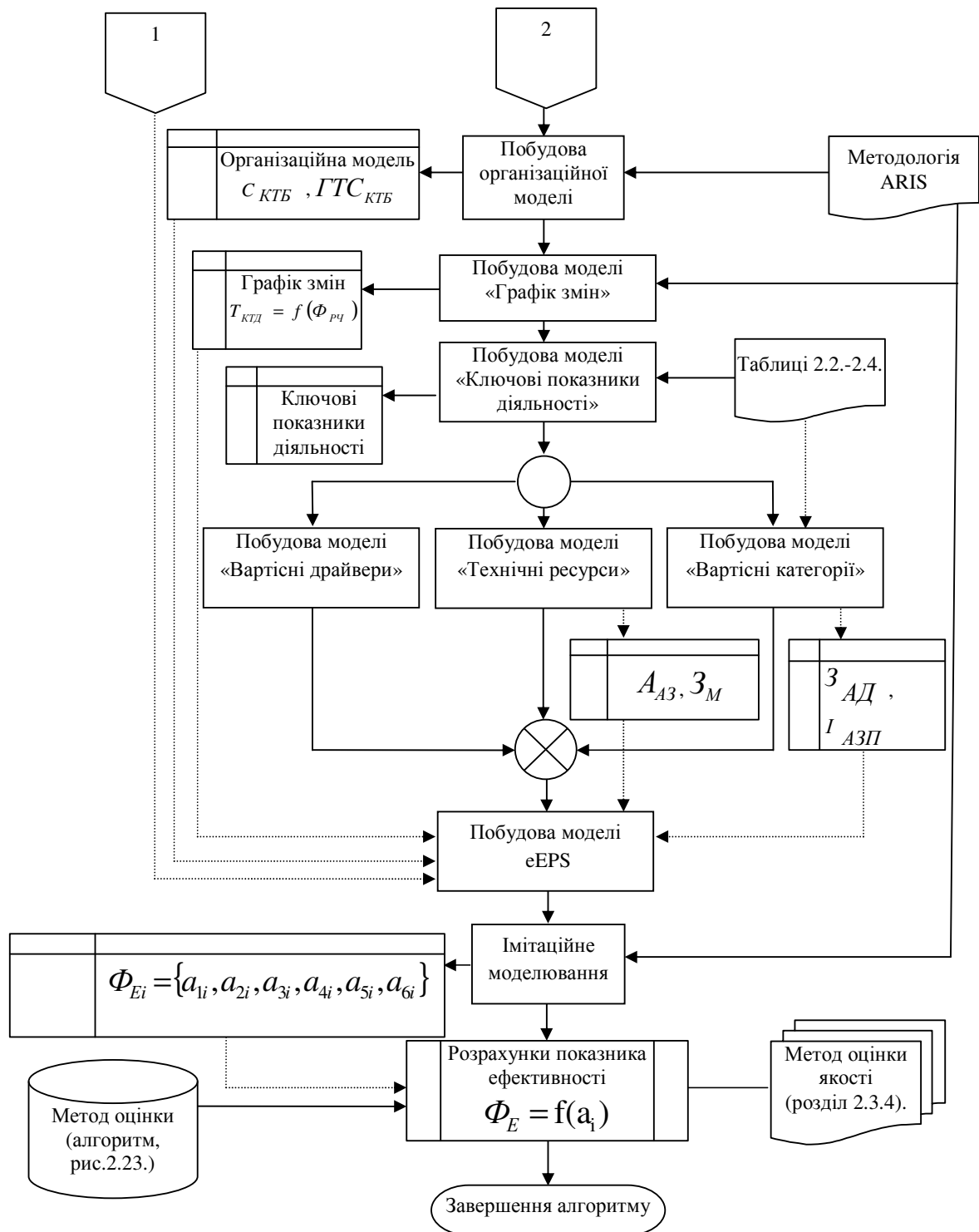


Рис. 3.17. Структурно-функціональна схема методу управління ТПВ (частина 2)

Наступник кроком є аналіз та розрахунок необхідної кількості фахівців, задіяних у ТПВ в частині безпосередньої розробки комплектів КТД. Аналіз робиться за допомогою двох видів розрахунків, детально розглянутих у підрозділі 3.3.2. Слід відмітити, що коефіцієнти моделі (3.10) будуть

відкориговані після здійснення імітаційного моделювання та обробки статистичних даних щодо часу необхідного на затвердження документації в залежності від обраного підходу до її життєвого циклу.

Після здійснення повного розрахунку необхідної кількості фахівців, задіяних в ТПВ, необхідно здійснити розрахунок та проаналізувати норми керованості в існуючій системі управління, відповідно до затвердженої структури підпорядкованості та взаємозв'язків за допомогою алгоритму, розглянутого у підрозділі 3.3.1. У результаті розрахунків отримуємо індекс керівництва та оптимізуємо організаційну структуру ТПВ. Індекс керівництва також дозволяє визначити статистичні показники щодо часу зайнятості у процесах затвердження документів та використовувати їх в імітаційних моделях з урахуванням розпорядку дня.

На наступних кроках здійснюється розробка шести моделей, які взаємодоповнюють одна одну і є основою для заповнення атрибутів сьомої моделі eEPS. Саме атрибути моделі eEPS дозволяють отримувати значення в часі ключових показників діяльності та використовувати їх для розрахунку показника ефективності системи управління системи ТПВ.

Відповідно до алгоритму (рис. 2.23), методу оцінки якості системи управління, який є вкладеним у загальний метод моделювання (рис. 3.19), імітаційне моделювання може здійснюватися як безпосередньо для визначення кількісних та якісних змін у системі після здійснення заходів щодо її оптимізації, так і постійно для контролю зміни у часі показника ефективності для прийняття управлінських рішень [131-133].

У наступному розділі будуть розглянуті кількісні та якісні зміни в системі ТПВ у процесі узгодженої взаємодії фахівців з урахуванням результатів використання розробленого методу. Використання імітаційного моделювання дозволить виявити найбільш слабкі місця у системі управління ТПВ конкретного машинобудівного підприємства серед показників які моделюються.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено комплексну процесну модель ТПВ, яка складається з семи моделей, кожна з яких дозволяє описувати та моделювати введені автором у другому розділі ключові показники діяльності з метою оцінки управління ТПВ.

2. Розроблено процесні моделі ТПВ, які дозволяють у рамках анотації ARIS використовувати 8 законів щільності розподілення невідомої величини для описання динамічних показників елементарних функцій операцій у якості їх атрибутів, які характеризують час виконання операції, що дає змогу здійснювати імітаційне моделювання.

3. Запропоновано розширити поняття норми керованості шляхом введення показника – індексу керівництва I_K , який враховує складність керівних процедур у рамках ТПВ та дозволяє розраховувати статистичні часові показники для функцій, які описують операції прийняття рішень в імітаційних моделях.

4. Вперше розроблену шестифакторну модель оцінки індексу керівництва з урахуванням особливостей розосереджених підприємств, що дозволило враховувати найбільш суттєві фактори, які впливають на час, потрібний керівнику, відповідальному за ТПВ, для організації операцій із керівництва та координації роботи структурних одиниць.

5. Розроблено алгоритм розрахунку необхідної кількості фахівців, задіяної в ТПВ з урахуванням основних характеристик конструкторсько-технологічної документації, що дозволяє використовувати отримані дані для розрахунку норм керованості та оптимізувати імітаційні моделі.

6. Розроблений метод управління ТПВ представлено у вигляді алгоритму послідовних кроків, на яких здійснюються необхідні розрахунки показників діяльності з використанням імітаційних моделей, що робить метод простим у використанні та дозволяє використовувати його як основу для технічного завдання, щодо розробки нової інформаційної технології.

РОЗДІЛ 4. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ТПВ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ВИРОБНИЦТВ

Розділ присвячено розробці архітектурних рішень нової інформаційної технології (ІТ), інформаційного і програмного її забезпечення, та апробації ІТ з метою подальшого використання для управління ТПВ.

У розділі також розглядаються практична реалізація розроблених моделей та методів засобами імітаційного моделювання ТПВ згідно розробленого методу управління ТПВ. Моделювання здійснюється за допомогою комплексу імітаційних моделей, у середовищі системи моделювання процесів обміну даними – ARIS Simulation, що дозволило підтвердити теоретичні дослідження. Експериментально доведено ефективність використання розробленого методу для визначення оптимальної структури системи ТПВ, та оцінки її ефективності у дискретні проміжки часу, чи перевірки ефективності реалізації конкретних заходів оптимізації процесів ТПВ.

4.1. Архітектурні рішення інформаційної технології

Для розробки архітектурних рішень ІТ необхідно чітко визначити вхідні та вихідні дані, які будуть використовуватися при їх обробці та наданні кінцевому користувачеві [143,144].

У таблиці 4.1. представлені джерела отримання інформації для розрахунків показника ефективності системи управління ТПВ.

Як видно з таблиці 4.1., у якості джерел інформації розглядаються існуючі на сучасних підприємствах системи обліку ресурсів, інформаційної системи, системи документообігу та системи управління даними, в яких і реалізовано інформаційні моделі системи технологічної підготовки виробництва.

Наявність різноманітних систем передбачає рішення задачі, їх інтеграції на рівні передачі даних до єдиної бази даних та системи обробки і розрахунків [145].

Таблиця 4.1.

Джерела отримання інформації

№	Показник діяльності	Джерела інформації
1	$K_{КТД}$	Планова документація підприємства, річний план
2	$I_{ПАЗ}$	Інформаційні системи підприємства, ERP: 1С управління промисловим підприємством, SAP R3, Oracle
3	$T_{КТД}$	PDM системи
4	$\bar{B}_{КТД}$	Інформаційні системи підприємства, ERP: 1С управління промисловим підприємством, SAP R3, Oracle
5	$K_{СЗ}$	Системи документообігу: 1С Документообіг, PDM, Documentum, Enovia, Smarteam
6	K_{ISC}	

На діаграмі взаємодії програм (рис. 4.1) представлена структурна схема розрахунку показника ефективності з урахуванням конвертації даних із різних систем.

Як видно із діаграми, основним відповідальним модулем інформаційної системи для розрахунку показника ефективності є модуль конвертації даних з PDM, ERP систем та системи потокового сканування, оскільки частина ключових показників фіксується, розраховується в інформаційних системах, а планові показники щодо кількості комплектів КТД зберігаються, як правило, на паперових носіях.

Після імпорту даних вони зберігаються в електронних таблицях відповідної бази даних для подальшої обробки модулями розрахунків безрозмірних показників та безпосередньо розрахунку показника ефективності ТПВ.

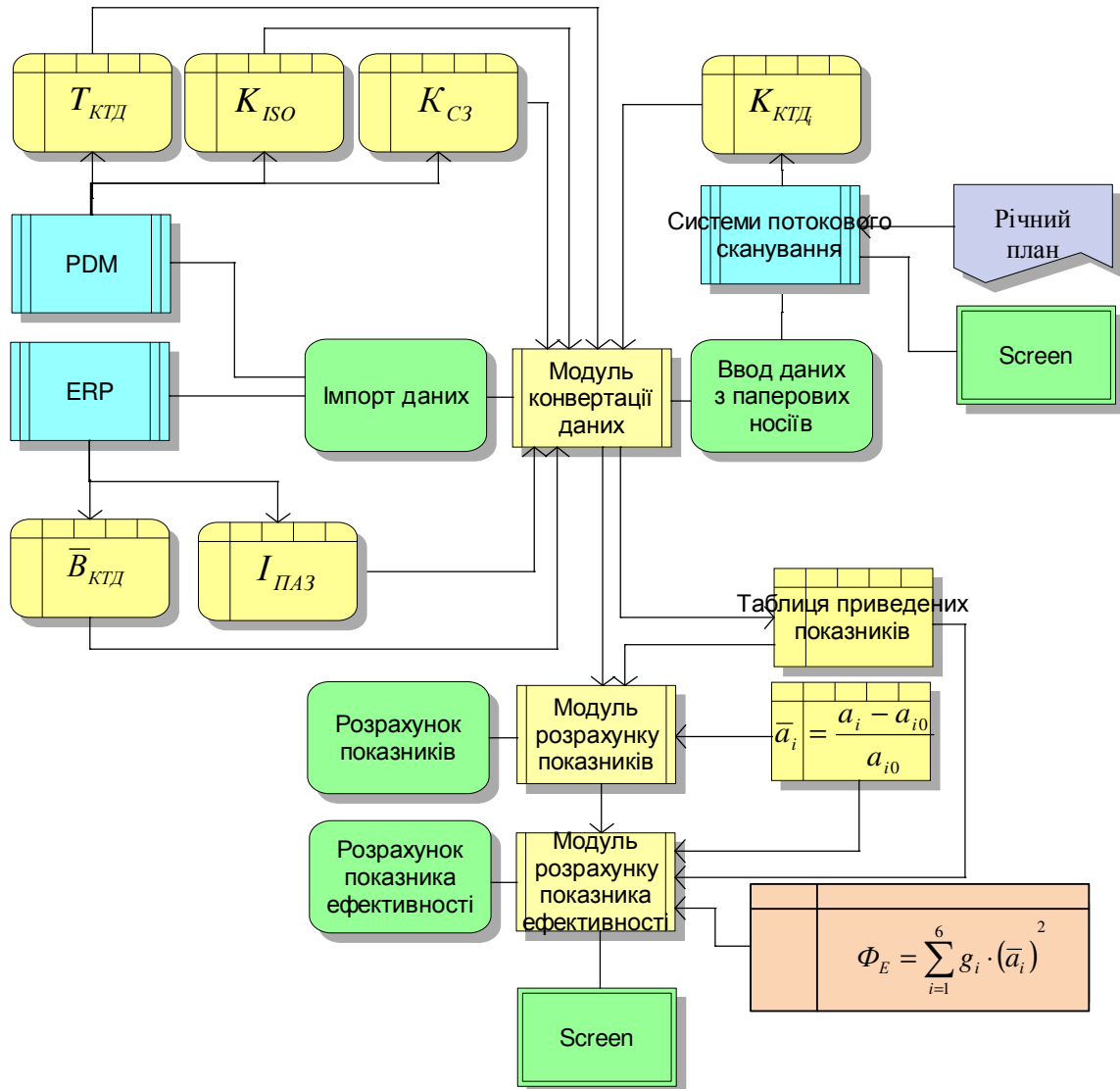


Рис. 4.1. Діаграма взаємодії програм розрахунку показника ефективності ТПВ

Таким чином, архітектуру інформаційної технології управління ТПВ представлено у вигляді програмних модулів, відповідальних за обробку конкретних даних та здійснення розрахунків [146]. На рисунку 4.2 представлена функціонально-структурна схема побудови нової інформаційної технології.

ІТ представлена типовими модулями [147], які реалізовані програмно з використанням відповідного апаратного забезпечення. База даних системи

складається з кластерів трьох типів: сховище констант, алгоритмів та безпосередньо результатів розрахунку [148,149].

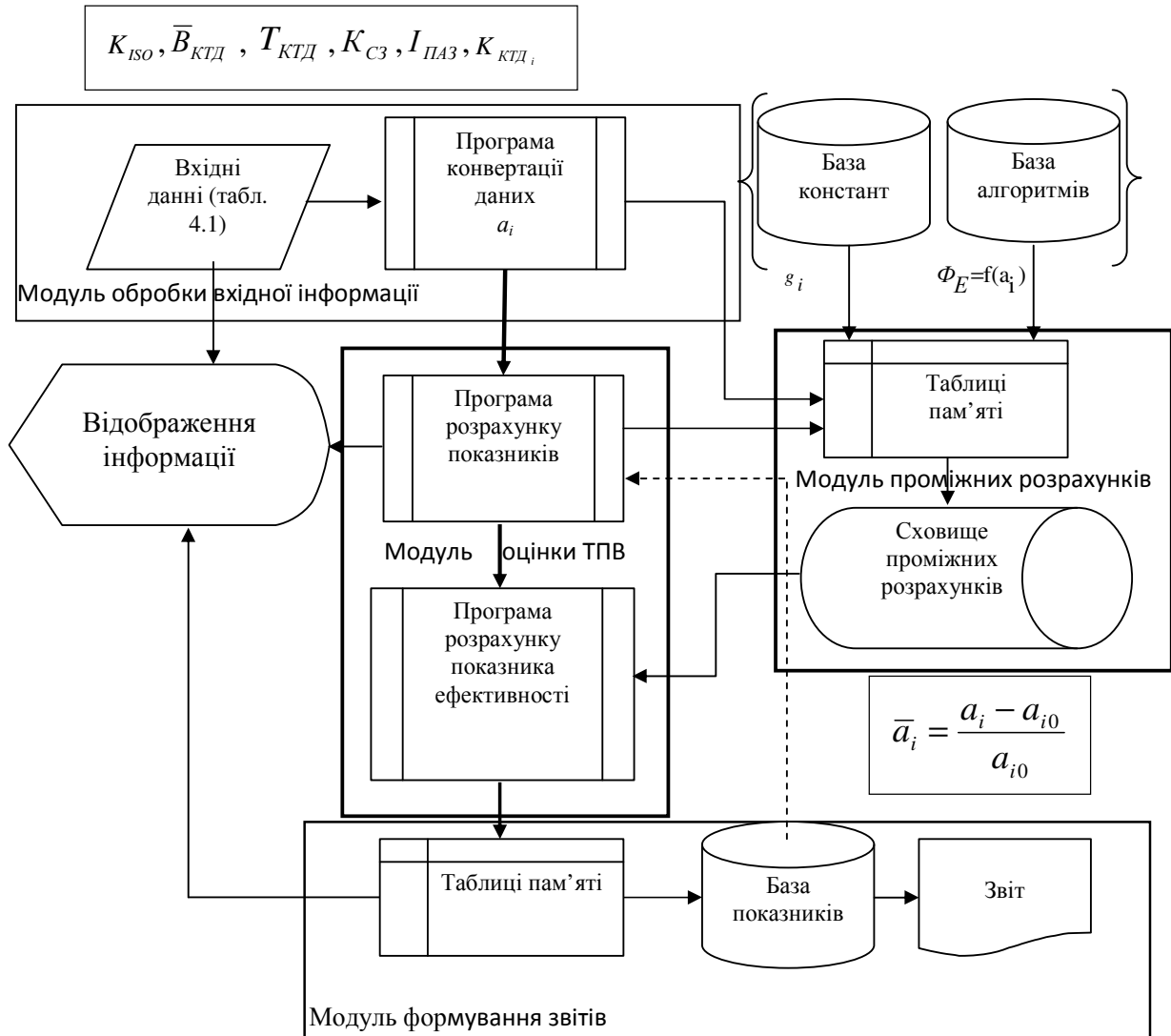


Рис. 4.2. Функціонально-структурна схема інформаційної технології управління технологічною підготовкою виробництва

Зворотний зв'язок, від бази даних показників до модуля розрахунку показників, введений для можливості накопичування показників з часом та використання їх для розрахунків трендів, прогнозів розвитку системи управління ТПВ, тобто реалізації першого варіанту застосування методу оцінки, як основного в рамках розвитку системи управління.

Модуль динамічної пам'яті (масив) представлений таблицями пам'яті та сховищем проміжних результатів для зберігання результатів проміжних розрахунків та завантаження змінних коефіцієнтів та констант, необхідних для здійснення розрахунків [150].

Довгострокова пам'ять представлена трьома базами даних: базою констант, алгоритмів та показників. База алгоритмів та констант може програмуватися під нові алгоритми розрахунку, або удосконалення існуючого. Константи також зберігаються у відповідних масивах постійного пристрою для їх зберігання.

4.2. Розробка інформаційного та програмного забезпечення для управління ТПВ

Розглянемо програмну реалізацію розробленого методу. Для цього опишемо взаємозв'язки сутності і атрибути даних розробленої бази даних (рис.4.3.).

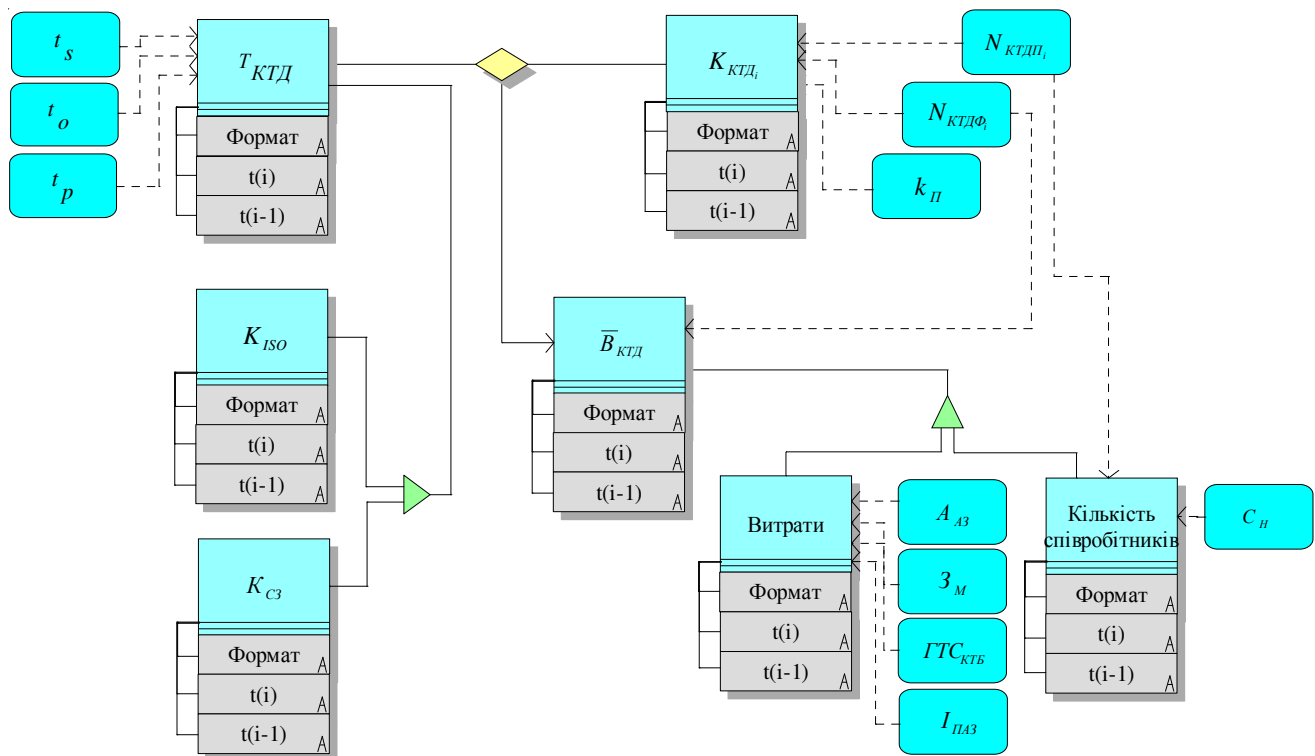


Рис. 4.3. Логічна структура бази даних

На рисунку 4.3. представлена фізична структура даних та їх атрибутів, які використовуються для створення програмного забезпечення з метою реалізації запропонованого автором методу оцінки якості системи управління ТПВ. Структура даних та взаємозв'язки між ними представлена за допомогою моделі ERM (entity-relationship model), яка призначена для описання концептуальної схеми предметної області. ER – модель, використана автором роботи для проектування бази даних на високому (концептуальному) рівні. З її допомогою виділені ключові сутності та взаємозв'язки між ними. В подальшому, під час проектування бази даних та розробки програмного забезпечення, фрагмент якого наведено в додатку П, здійснюється перетворення ER – моделі в конкретну схему бази даних на основі обраної моделі даних.

Основними атрибутами введених змінних та констант є їх формати та час оцінки, а також оцінка на попередньому кроці. Дані зберігаються в БД протягом експлуатації системи і є невід'ємною частиною системи управління ТПВ.

Програмне забезпечення (Додаток П) розроблено в середовищі Microsoft VisualBasic, засобу розробки програмного забезпечення, який включає в себе як середовище розробки, так і мову програмування. Середовище включає в себе процедури та елементи об'єктно-орієнтованих і компонентно-орієнтованих мов програмування, що чітко відповідає вимогам бази даних та сутностям, які описують розроблений метод.

Автором розглядався найбільш розповсюджений випадок на промислових підприємствах України використання в якості інформаційної ERP-системи систему 1С УВП (управління виробничим підприємством). У фрагменті (Додаток П) наведено частину коду отримання даних із таблиць 1С у проміжні таблиці формату *.xls з метою подальшої візуалізації та виводу її на друк.

Запропонована інформаційна технологія реалізує розроблені моделі, методи та відповідне алгоритмічне, інформаційне та програмне забезпечення.

У автономному режимі вона може вирішувати тільки тестові задачі аналізу та управління ефективністю ТПВ. Повнофункціональне використання розробленої ІТ можливе в інформаційному середовищі автоматизованої ТПВ реалізованої на базі універсальної PDM-системи, наприклад, системи ENOVIA [9]. Ця PDM - система має стандартні інтерфейси обліку даних з ERP- системами і CAD/CAM системами та пропонує ІРІ інтерфейси для конвертації та інтеграції даних із розроблених (нових) програмних модулів та підсистем.

На рис 4.4 показано місце розробленої ІТ в інформаційному середовищі автоматизованої системи ТПВ та інших інформаційних систем виробничого підприємства.

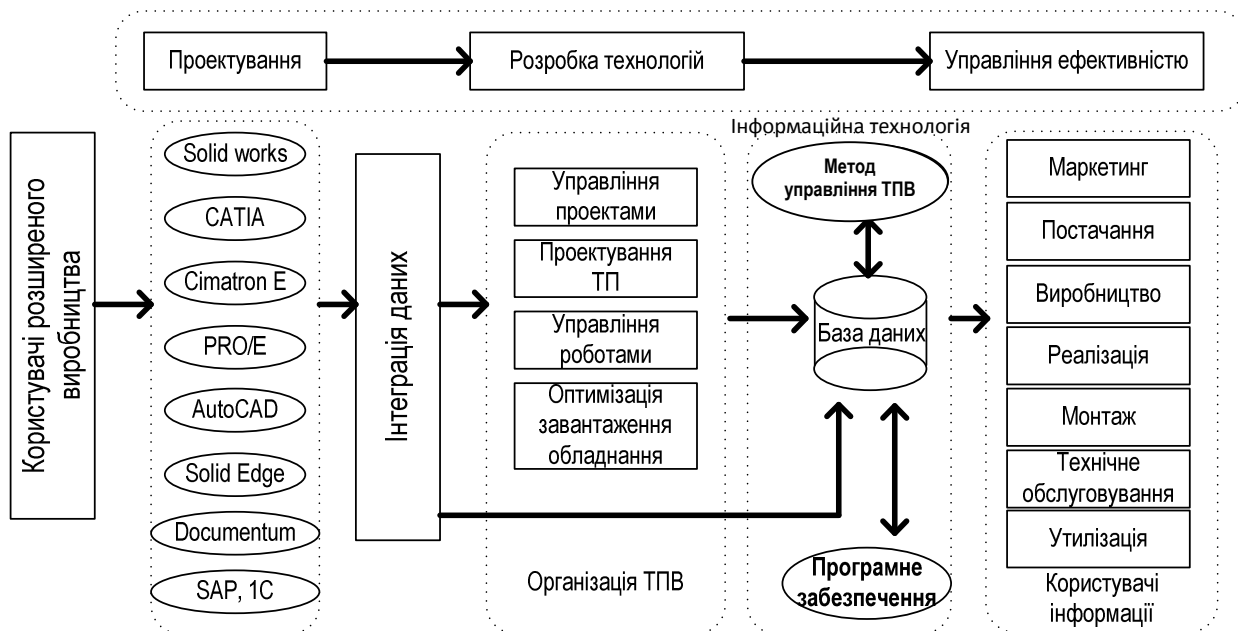


Рис. 4.4. Місце ІТ в системі управління ТПВ

Розроблені моделі, метод та інформаційна технологія забезпечує процес моніторингу та корегування ключових показників ТПВ, та можливість здійснення оцінки ефективності управління ТПВ на всіх етапах життєвого циклу виробу, і надавати цю інформацію користувачам для прийняття рішення щодо розвитку підприємства.

Не менш важливим залишаються питання надійності інформаційної технології та валідності математичних моделей, розроблених автором [151,152]. Автором запропоновано розглянути аспект надійності з точки зору дублювання областей пам'яті та створення проміжних сховищ у блоках довгострокової пам'яті з подальшим їх резервним копіюванням на стрічки або інші носії.

Питання валідності, а точніше зовнішньої валідності, яка визначає, наскільки результати конкретного дослідження (в нашому випадку моделювання ТПВ) можливо розповсюдити на весь клас подібних об'єктів, та процесів, тобто можливо використовувати на всіх підприємствах промисловості.

Рішення щодо валідності, як правило, приймається на основі порівняння даних, отриманих під час моделювання з використанням статистики конкретного підприємства, з конкретними середньостатистичними даними, отриманими за допомогою інших методів, наприклад, створення фотографії робочого часу різних підрозділів, які забезпечують ТПВ.

Автором використовувалися статистичні дані щодо часу обробки (затвердження, погодження) документів в КТБ ПАТ «Сумського науково-виробничого об'єднання» і ПАТ «Мотор Січ». Отриманні шляхом імітаційного моделювання дані щодо часу кожної операції життєвого циклу документів під час ТПВ за класичною схемою відрізняються від релевантних статистичних даних, отриманих шляхом хронометражу операцій, на $\pm 2 \div 5\%$, що підтверджує високу валідність та можливість широкого застосування для подальшого імітаційного моделювання з метою оцінки ефективності змін, які плануються в процесах системи управління ТПВ.

Таким чином, автором запропонована модульна архітектура інформаційної технології системи та фізична структура бази даних з описанням основних сутностей та зв'язками між ними, яка може

розроблятися окремими модулями за допомогою зазначеної мови програмування та удосконалюватися окремими блоками.

4.3. Імітаційне моделювання процесу управління ТПВ

Запропонований автором роботи структурний підхід до розгляду організаційних моделей ТПВ для забезпечення операційного аналізу основних елементів діяльності передбачає підходи, засновані на розділенні праці та норми охоплення контролем, які є критичними для показників ефективності роботи підрозділів. Складовими зазначених показників є кількість відповідних фахівців та опосередковано кількість рівнів контролю, що впливає на швидкість погодження документів та помилки, обумовлені людським фактором.

Розглянемо практичне використання теоретичних введених понять шляхом розробки організаційного графу (рис. 3.10) та організаційної матриці (таблиця 3.3) в умовах діючого наукоємного підприємства ПАТ «Сумське науково-виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе». Дані отримані в ході експериментальної перевірки адекватності розроблених моделей та отримання вхідних даних для імітаційного моделювання реальних процесів ТПВ.

Виходячи з організаційної структури (Додаток А), організаційний граф буде мати наступний вигляд (рис. 4.4.) [114].

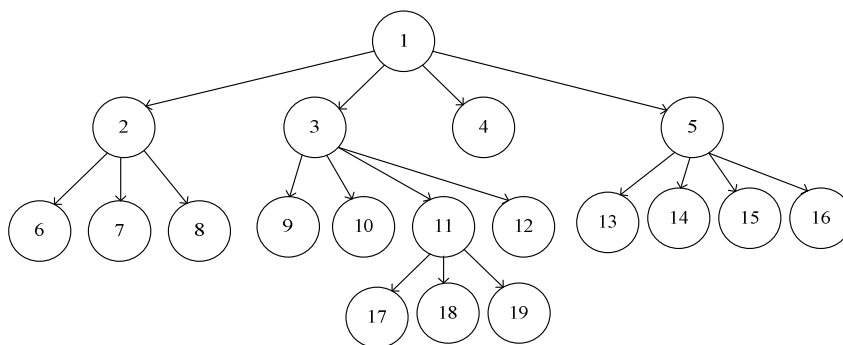


Рис. 4.5. Організаційний граф системи ТПВ.

Організаційна матриця, представлена в таблиці 4.2.

Автор використовував зазначені дані, виходячи з реальних показників ПАТ «Сумське науково-виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе» і ПАТ «Мотор Січ».

Таблиця 4.2.-

Організаційна матриця

O_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Кількість зв'язків в структурі $K_3 = K_E, \{O_{ij} = 1\}$ дорівнює 18. Кількість рівнів контролю $K_{PK} = \kappa_O \{O_{ij} = 1\} - 1$ дорівнює 4.

Норма керованості, або охоплення контролем це кількісний показник, який характеризує чисельність співробітників (розмір організаційної одиниці), які знаходяться в підпорядкуванні одного керівника, розраховані для типової структури ТПВ за формулою (3.3) і розглянуті в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.-

Кількість потенційних взаємовідносин (контактів) керівників

O_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
n	4	3	4	10	4	8	8	8	10	10	3	8	3	4	3	4	10	8	12
K_B	35	14	35	5129	35	1031	1031	1031	5129	5129	14	1031	14	35	14	35	5129	1031	24587

Як зазначалося в розділі 3, використання формули (3.3.) дає просто уявлення про можливу кількість взаємовідносин та не характеризує їх складність, тому в таблиці 4.4. представлені вихідні дані для розрахунку індексу керівництва I_K , введеного автором із метою врахування зазначених аспектів в умовах ТПВ розосереджених підприємств ПАТ «Сумського науково-виробничого об'єднання».

Таблиця 4.4.-

Індекс керівництва I_K

Q_i	Географічне віддалення підрозділів	Однорідність функцій	Складність функцій	Керівництво і контроль	Координація	Планування	I_K
1	3	4	5	5	5	5	5
2	1	2	3	3	4	4	3
3	1	2	3	3	4	4	3
4	3	3	3	3	3	3	3
5	1	2	3	3	4	4	3
6	1	2	2	2	2	2	2
7	1	2	2	2	2	2	2
8	1	2	2	2	2	2	2
9	1	1	1	2	1	2	1
10	1	1	1	2	1	2	1
11	1	2	3	3	4	4	3
12	1	2	2	2	2	2	2
13	3	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3	3
15	3	3	3	3	3	3	3
16	1	1	1	2	1	2	1
17	1	1	1	2	1	2	1
18	1	1	1	2	1	2	1
19	1	1	1	2	1	2	1

Вагові коефіцієнти факторів моделі, розраховані за допомогою методу парних порівнянь представлені в таблиці 4.5.

Розрахунок головного власного значення МПП $\lambda_{\max} = 6,215$, індексу погодженості $I_{II} = 0,036$ та кількісної оцінки відносної погодженості - $I_{BII} = 0,029$, вказує на погодженість експертних оцінок щодо важливості факторів моделі оцінки індексу керівництва.

Таблиця 4.5.-

Розрахунок вагових коефіцієнтів

Фактор	Географічне віддалення підрозділів	Однорідність функцій	Складність функцій	Керівництво і контроль	Координація	Планування	g_i
Географічне віддалення підрозділів	1	0,5	0,33	0,5	1	0,5	0,088
Однорідність функцій	2	1	0,33	0,5	1	0,5	0,111
Складність функцій	3	3	1	2	2	2	0,305
Керівництво і контроль	2	2	0,5	1	3	2	0,226
Координація	1	1	0,5	0,33	1	0,33	0,092
Планування	2	2	0,5	0,5	3	1	0,179

Використовуємо розрахунки індексу керівництва для визначення рівня охоплення контролем, відповідно до таблиці 3.4. Представимо розрахунок у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6.

Рівень охоплення контролем

Q_i	Індекс керівництва, I_K	Стандартний рівень охоплення контролем, чол.	% часу, який витрачається на керівну роботу
1	5	3-5	25%
2	3	5-7	35%
3	3	5-7	35%
4	3	5-7	35%
5	3	5-7	35%
6	2	6-8	40%
7	2	6-8	40%
8	2	6-8	40%
9	1	7-9	50%
10	1	7-9	50%
11	3	5-7	35%
12	2	6-8	40%
13	3	5-7	35%
14	3	5-7	35%
15	3	5-7	35%
16	1	7-9	50%
17	1	7-9	50%
18	1	7-9	50%
19	1	7-9	50%

Отримані дані щодо часу, який витрачається на керівну роботу, будуть використані під час імітаційного моделювання як статистичні дані часу орієнтації. Тобто, можна ввести ймовірнісну характеристику, яка буде впливати на час виконання функції погодження та затвердження керівником відповідного рівня. Така характеристика забезпечує збільшення точності моделювання.

Отримані дані щодо індексу керівництва та рівня охоплення контролем на ПАТ «Сумського науково-виробничого об'єднання» і ПАТ «Мотор Січ», дають змогу зробити висновок про збалансованість системи управління і з урахуванням даних таблиці 4.3. Таким чином, можемо переходити безпосередньо до імітаційного моделювання з використанням отриманих даних щодо розподілу часу та рівнів контролю в рамках структурно стійкого організаційного графу.

Побудовані раніше організаційні моделі, матриці та графи дозволяють перейти до побудови моделі eEPS, як основи моделювання процесів технологічної підготовки виробництва. Як зазначалося раніше в роботі, автором використовується імітаційне моделювання для визначення ключових показників діяльності підрозділів, задіяних в ТПВ. Визначимося з поняттям імітаційного моделювання та зробимо необхідні для моделювання припущення.

Імітаційне моделювання в найбільш загальному вигляді можна розглядати як метод, який дозволяє будувати моделі процесів для описання, як ці процеси проходили б насправді [134]. Таку модель можна «програти» в часі як для одного випробування, так і заданої їх кількості. При цьому результати визначатимуться випадковим характером процесів. За цими даними можна отримати достатньо стійку статистику. Тобто можна навести ще декілька більш детальних визначень імітаційного моделювання.

Імітаційне моделювання [135, 136] — це метод дослідження, заснований на тому, що система, яка вивчається, замінюється імітатором, і з

нею проводяться експерименти з метою отримання інформації про цю систему.

Існує клас об'єктів, для яких із різних причин не розроблені аналітичні моделі або не розроблені методи розв'язування задач про такі моделі. У цьому випадку математична модель замінюється імітатором або імітаційною моделлю. Автор роботи розглядає модель процесів ТПВ як логіко-математичний опис об'єкта, який може бути використаний для експериментування на комп'ютері в цілях проектування, аналізу і оцінки якості системи управління технологічною підготовкою виробництва.

Визначимо область імітаційного моделювання, як групу процесів технологічної підготовки виробництва, розроблених у третьому розділі (додатки А-І) для ПАТ «Сумського науково-виробничого об'єднання» і ПАТ «Мотор Січ». Автором пропонується здійснювати імітаційне моделювання найбільш критичних, з погляду часу виконання в рамках взаємодії фахівців, операцій процесу розробки конструкторської документації:

- Погодження технічного завдання (додаток Г);
- Погодження конструкторської документації (Додаток Д);

Моделювання буде здійснювати за сценаріями узгодженої взаємодії фахівців, описаних автором у другому розділі роботи, а саме:

1. Класичний варіант. Документ, який затверджується, повертається до виконавця і проходить повне затвердження з початкового етапу після внесення змін. Підписи при цьому анулюються (рис.2.11).

Формула 2.1. з урахуванням (3.1.) та схеми процесу (Додаток Г) прийме вигляд (4.1):

$$T_{3Д} = \sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^6 T_{\Phi_i} \right) \quad (4.1.),$$

де T_{Φ_i} - час виконання функції в рамках процесу погодження ТЗ (всього 6 функцій);

k - кількість циклів затвердження.

2. Варіант з аудитором (координатором проекту). Отримані підписи блокуються при поверненні на доопрацювання (рис. 2.13.) і розблоковуються тільки після внесення змін і приймання відповідним рівнем контролю.

Після розблокування записів і документів, аудитором також можливо два варіанти: документи передаються на етап, з якого вони були повернуті на внесення коригувань (рис. 2.14), або ж, після контролю аудитором, повернення відбувається на наступний рівень затвердження (рис. 2.15.). Здійснимо імітаційне моделювання обох варіантів.

Розглянемо математичні моделі процесів, визначених у рамках області моделювання.

Процес 1.Погодження технічного завдання (додаток Г).

Основні характеристики операцій у рамках процесу представлені в таблиці 4.7. Час орієнтації розподілений за нормальним законом розподілення і займає відсоток від операційного часу, відповідно до таблиці 4.6. для всіх рівнів роботи з документами.

Таблиця 4.7.-

Характеристики операцій процесу погодження технічного завдання

№	Операції	Закон розподілення t_p	Характеристики законів розподілення		Ймовірність переходу до наступної операції	
			a /μ, год.	b/σ, год.	так	ні
1	Зміна статусу документу	Дискретне рівномірне	0,16	0,25	1	0
2	Погодження документу 1	Нормальне	2	1	0,6	0,4
3	Погодження документу 2	Нормальне	2	0,5	0,7	0,3
4	Погодження документу 3	Нормальне	1	0,17	0,8	0,2
5	Затвердження документу	Нормальне	1	0,5	0,8	0,2
6	Внесення змін до ТЗ	Рівномірне	2	4	1	0

У якості законів розподілення ймовірної величини t_p – часу виконання операції №1,6 автором обрано дискретне рівномірне розподілення, характеристики, якого наведені в таблиці 4.7. У теорії вірогідності ймовірна величина має дискретне рівномірне розподілення, якщо вона приймає кінцеве число значень із рівними ймовірностями. Функція розподілення та математичне сподівання для дискретної рівномірно розподіленої величини визначаються відповідно за формулами 4.2,4.3 [137]:

$$F_x(x) = \begin{cases} 0 & k < a \\ \frac{k - a + 1}{n} & a \leq k \leq b \\ 1 & k > b \end{cases} \quad (4.2.),$$

$$\mu = \frac{a + b}{2} \quad (4.3.),$$

де $n = b - a + 1, k \in \{a, a + 1, \dots, b - 1, b\}$

Час виконання операцій 2-5, представлений величиною, яка характеризується нормальним законом розподілення [138]. Величини математичного сподівання та стандартного відхилення, наведені в таблиці 4.7.

Основні вхідні дані щодо індикативних годинних тарифних ставок для моделювання представлені в таблиці 4.8, були використані автором як середньозважені на підприємствах ПАТ «Сумське науково-виробниче об'єднання» і ПАТ «Мотор Січ».

У якості базових витрат на технічне обслуговування та витрати електроенергії під час роботи комп'ютерної техніки прийняті величини щодо індикативної споживаної потужності, тарифу для юридичних осіб та стандартних годинних тарифних ставок інформаційного обслуговування та підтримки CAD\CAE\CAM систем: 250Вт/год., 97,3 коп./КВт/год. та 12 грн./год. відповідно.

Зазначені величини є індикативними (максимально наближеними до текучих економічних показників), у разі необхідності з часом вони можуть

коригуватися в моделі для коректного розрахунку. Основною задачею – є практична реалізація розробленого алгоритму моделювання та методу оцінки якості системи управління в рамках дійсних показників з метою відпрацювання самого механізму розрахунків.

Імітаційне моделювання здійснювалося для періоду часу 7 днів, розглядалося погодження одного технічного завдання.

Таблиця 4.8.-

Годинні тарифні ставки фахівців, задіяних в операції погодження
технічного завдання

№	Назва операції	Відповідальний	Годинна тарифна ставка, грн./год.
1.	Зміна статусу документу	Інженер конструктор	18
2.	Погодження документу 1	Керівник групи	24
3.	Погодження документу 2	Заступник технічного директора	42
4.	Погодження документу 3	Перший заступник	120
5.	Затвердження документу	Технічний директор	150
6.	Внесення змін до ТЗ	Провідний фахівець	30

За результатами моделювання процес, з урахуванням графіку роботи виконувався 3 дні, 8 годин, 35 хвилин, 42 сек., тобто для погодження технічного завдання необхідно приблизно 4 робочих дні. Загальний час виконання операцій співробітниками в рамках процесу представлений на рисунку 4.6. Відсоткове розподілення роботи співробітників у рамках процесу представлено на рисунку 4.7.



Рис. 4.6. Загальний час виконання операцій співробітниками

Фінансові показники процесу, тобто вартість кожної операції з урахуванням вартісних категорій, наведених у роботі, представлені в таблиці 4.9.

Операційний час – це час, необхідний для виконання конкретної операції, час перерв включає в себе весь час, протягом якого операція не виконується, але документ знаходиться у виконавця: не робочий час, тобто після закінчення робочого дня та час перерв у рамках робочого графіку.



Рис. 4.7. Завантаження співробітників у рамках процесу

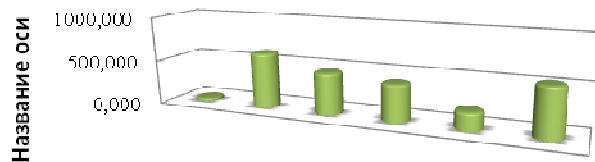
Автором введено поняття ККД – коефіцієнту корисної дії, який характеризується відношенням операційного часу до повного часу виконання операції, тобто суми операційного часу і часу перерв. На рисунку 4.3 також показана величина «% ОЧ» - відсотковий розподіл часу конкретної операції до загального операційного часу процесу, тобто завантаження кожного співробітника. Як видно з рисунку, деякі операції, які займають більшу частину процесу, виконуються співробітниками з мінімальним ККД, що говорить про те, що процес не оптимальний з погляду взаємодії фахівців у рамках обраного підходу до погодження документації. Рисунки 4.6,4.7 дають уявлення про вартість кожної операції та сумарні затрати на процес у розрізі відсоткових співвідношень вартісних категорій.

Таблиця 4.9.

Вартісні категорії

	Операції	Час операції, год.	Фонд оплати праці, грн.	Єдиний соціальний внесок, грн.	Витрати на електроенергію, грн.	Накладні витрати, грн.	Технічне обслуговування, грн.	Разом, грн.
1.	Зміна статусу документу	0,850	15,300	5,814	0,207	5,14	10,200	36,662
2.	Погодження документу 1	11,930	286,320	108,802	2,902	86,48	143,160	627,660
3.	Погодження документу 2	5,760	241,920	91,930	1,401	62,49	69,120	466,859
4.	Погодження документу 3	2,050	246,000	93,480	0,499	54,22	24,600	418,798
5.	Затвердження документу	0,800	120,000	45,600	0,195	25,96	9,600	201,354
6.	Внесення змін до ТЗ	8,830	264,900	100,662	2,148	74,60	105,960	548,271
	Разом	30,220	1174,440	446,287	7,351	308,886	362,640	2299,604

Вартість операцій, грн.



	Зміна статусу документу	Погодження документу 1	Погодження документу 2	Погодження документу 3	Затвердження документу	Внесення змін до ТЗ
■ Вартість, грн.	36,662	627,660	466,859	418,798	201,354	548,271

Рис. 4.8. Витрати в розрізі операцій

Розподілення операційних витрат, грн.

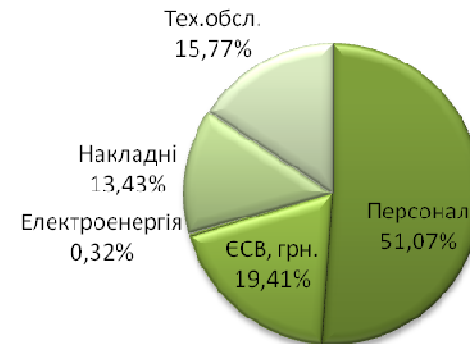


Рис. 4.9. Розподілення операційних витрат

Як бачимо, витрати на оплату праці та податки складають приблизно 70% загальних витрат, що пояснюється тим, що процес технологічної підготовки виробництва є суто інтелектуальним процесом із мінімальними витратами матеріальних ресурсів. Даний факт підтверджує нагальну потребу оптимізації процесу взаємодії фахівців з метою його пришвидшення та зменшення собівартості комплекту КТД, як зазначалося у другому розділі.

Процес 2. Погодження конструкторської документації (Додаток Д).

Основні характеристики операцій у рамках процесу представлені в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10.-

Характеристики операцій процесу погодження конструкторської документації

№	Операції	Закон розподілення t_p	Характеристики законів розподілення		Ймовірність переходу до наступної операції	
			a/b/c год.	μ/σ , год.	так	ні
1	Погодження КД	Трикутникове	4/8/6		0,65	0,35
2	Нормоконтроль КД	Нормальне	-	4/1	0,6	0,4
3	Перевірка КД в бюро	Нормальне	-	4/1	0,9	0,1
4	Перевірка КД в групі зварювання	Нормальне	-	3/1	0,7	0,3
5	Перевірка КД головним технологом	Рівномірне	3/5	-	0,9	0,1
6	Внесення змін до первинних креслень	Нормальне	-	5/0,5	1	0

У якості законів розподілення ймовірної величини t_p - часу виконання операції №2-4,6 автором обрано нормальне розподілення, операції №5 дискретне рівномірне розподілення, характеристики, якого наведені в таблиці 4.10. Час виконання операції №1 розподіляється за трикутниковим законом розподілення (рис. 4.10). Основні вхідні дані щодо індикативних

годинних тарифних ставок для моделювання, представлені в таблиці 4.8. Інші показники операційних витрат використовуються як для попередньої моделі. Імітаційне моделювання здійснювалося для періоду часу 11 днів, розглядалося погодження одного 1 комплекту конструкторської документації.

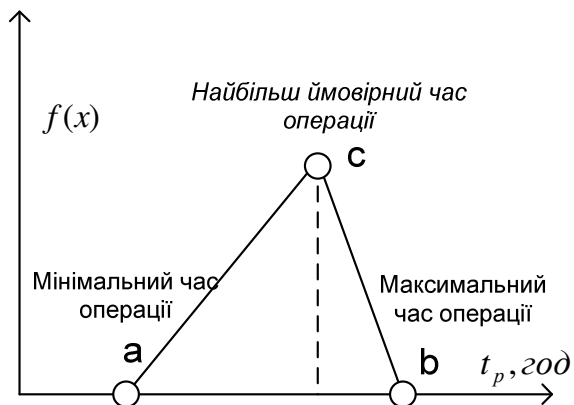


Рис. 4.10. Закон розподілення операційного часу операції №1.

Такий час виконання визначений великою кількістю відхилення документації на різних етапах погодження (таблиця 4.11.).

За результатами моделювання процес з урахуванням графіку роботи виконувався 10 днів, 6 годин, 4 хвилини, 1 сек., тобто для погодження комплекту первинних конструкторських креслень різними службами необхідно приблизно 11 робочих днів.

Таблиця 4.11.-

Кількість виконання кожної операції в процесі погодження КД

Операція	Кількість виконаних операцій	Операційний час, год.	Сумарний час переривання в процесі, год.
Погодження конструкторської документації	5	0001:05:34:53	0002:16:20:00
Перевірка проекту в групі зварювання	2	0000:06:56:52	0001:06:00:00
Перевірка проекту головним технологом	1	0000:03:37:16	0000:01:20:00
Перевірка проекту в бюро "№1"	2	0000:08:43:41	0000:17:40:00
Внесення змін до первинних креслень нового виробу	4	0000:21:10:58	0000:20:00:00
Нормоконтроль конструкторської документації	3	0000:11:20:21	0001:07:20:00

Як видно з таблиці, внесення змін до конструкторської документації відбувалося 4 рази, що обумовлено її відхиленням на різних етапах. Загальний час виконання операцій співробітниками в рамках процесу представлений на рисунку 4.11. Відсоткове розподілення роботи співробітників у рамках процесу представлено на рисунку 4.12.

Фінансові показники процесу, тобто вартість кожної операції з урахуванням вартісних категорій, наведених в роботі, представлені в таблиці 4.12 та на рисунках 4.13,4.14.



Рис. 4.11. Загальний час виконання операцій співробітниками

Діаграми на рисунку 4.11 дають можливість зробити висновок про неузгодженість системи документообігу в даному конкретному випадку.

Слід зазначити, що розбалансованість між операційним часом та часом перерв у рамках процесу при класичній схемі погодження є доволі розповсюдженим явищем, що призводить до збільшення життєвого циклу документу і, як правило, вартості операцій.



Рис.4.12. Завантаження співробітників у рамках процесу

Як зазначалося раніше, коефіцієнт корисної дії характеризується відношенням операційного часу до загального часу операції з урахуванням часу перерв, тобто якщо загальний час операції дорівнює операційному часу – ККД дорівнює 1. У випадку процесу погодження конструкторської документації ККД операцій, які займають більшу частку часу процесу, знаходиться на рівні не більше 50%, що також характерно для класичних схем погодження документів і призводить до збільшення загального операційного часу.

Як і в попередній операції, 77% витрат припадає на оплату праці (рис. 4.14) та податки, що ще раз підтверджує першочерговість завдання зменшення часу життєвого циклу документації за допомогою введення нових схем погодження та організації взаємодії за новими моделями.

Розглянемо запропоновані в другому розділі моделі погодження документів із введенням ролі аудитора змін. Як зазначалося, цю роль може виконувати призначений спеціаліст, який має достатній досвід у технологічній підготовці виробництва та проектуванні.

Таблиця 4.12.-

Вартісні категорії

№	Операція	Час операції, год.	Фонд оплати праці, грн.	Єдиний соціальний внесок, грн.	Витрати на електроенергію, грн.	Накладні витрати, грн.	Технічне обслуговування, грн.	Разом, грн.
1.	Погодження КД	29,580	3549,6	1348,848	7,195	782,35	354,960	6042,954
2.	Нормоконтроль КД	11,350	272,4	103,512	2,761	82,27	136,200	597,145
3.	Перевірка КД в бюро	8,730	209,52	79,618	2,124	63,28	104,760	459,302
4.	Перевірка КД в групі	6,950	166,8	63,384	1,691	50,38	83,400	365,653
5.	Перевірка КД ГТ	3,630	399,3	151,734	0,883	88,75	43,560	684,226
6.	Внесення змін до КД	21,180	1355,52	515,098	5,152	322,97	254,160	2452,896
	Разом	81,420	5953,140	2262,193	19,805	1389,997	977,040	10602,176



Рис. 4.13. Витрати в розрізі операцій



Рис. 4.14. Розподілення операційних витрат

У додатку К наведено eEPS діаграму процесу погодження технічного завдання з урахуванням введення в процес аудитора. Для реалізації складної схеми блокування та розблокування записів автором запропоновано ввести до імітаційної моделі додатковий елемент D-атрибут, який використовується для фіксації проходження кожної операції і подальшого повернення документу на цей етап після внесення змін та розблокування [139,140].

Основні характеристики (атрибути) операцій залишилися без змін для того, щоб імітаційне моделювання відбувалося за однаковими початковими умовами з метою отримання єдиної порівняльної бази. Характеристики двох нових операцій, введених відповідно до визначеного підходу моделювання, представлені в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13.-

Характеристики операцій процесу погодження технічного завдання

№	Операції	Закон розподілення t_p	Характеристики законів розподілення		Ймовірність переходу до наступної операції	
			а, год.	б, год.	так	ні
1	Блокування записів	Рівномірне	5	30	1	0
2	Розблокування записів	Рівномірне	5	10	1	0

Невеликий час на блокування і розблокування визначається тим фактом, що аудитор під час блокування записів аналізує вимогу на внесення змін на предмет відсутності формальних протиріч з учасниками процесу, які вже погодили документ, а розблокування відбувається більше з технічної точки зору, оскільки документ направляється на рівень погодження (затвердження), з якого від був повернений на внесення змін.

Як для класичної схеми погодження імітаційне моделювання здійснювалося для періоду часу 7 днів, розглядалося погодження одного технічного завдання.

За результатами моделювання процес з урахуванням графіку роботи виконувався 2 дні, 5 годин, 51 хвилин, 9 сек., тобто для погодження технічного завдання необхідно приблизно 3 робочих дні. Загальний час виконання операцій співробітниками в рамках процесу представлений на рисунку 4.15. Відсоткове розподілення роботи співробітників в рамках процесу представлено на рисунку 4.16.

Дані імітаційного моделювання підтвердили теоретичні дослідження щодо зменшення часу процесу до 40%, зроблені автором у другому розділі під час аналізу чотирьох можливих варіантів взаємодії співробітників у рамках технологічної підготовки виробництва.

Фінансові показники процесу, тобто вартість кожної операції з урахуванням вартісних категорій, наведених в роботі, представлені в таблиці 4.14.

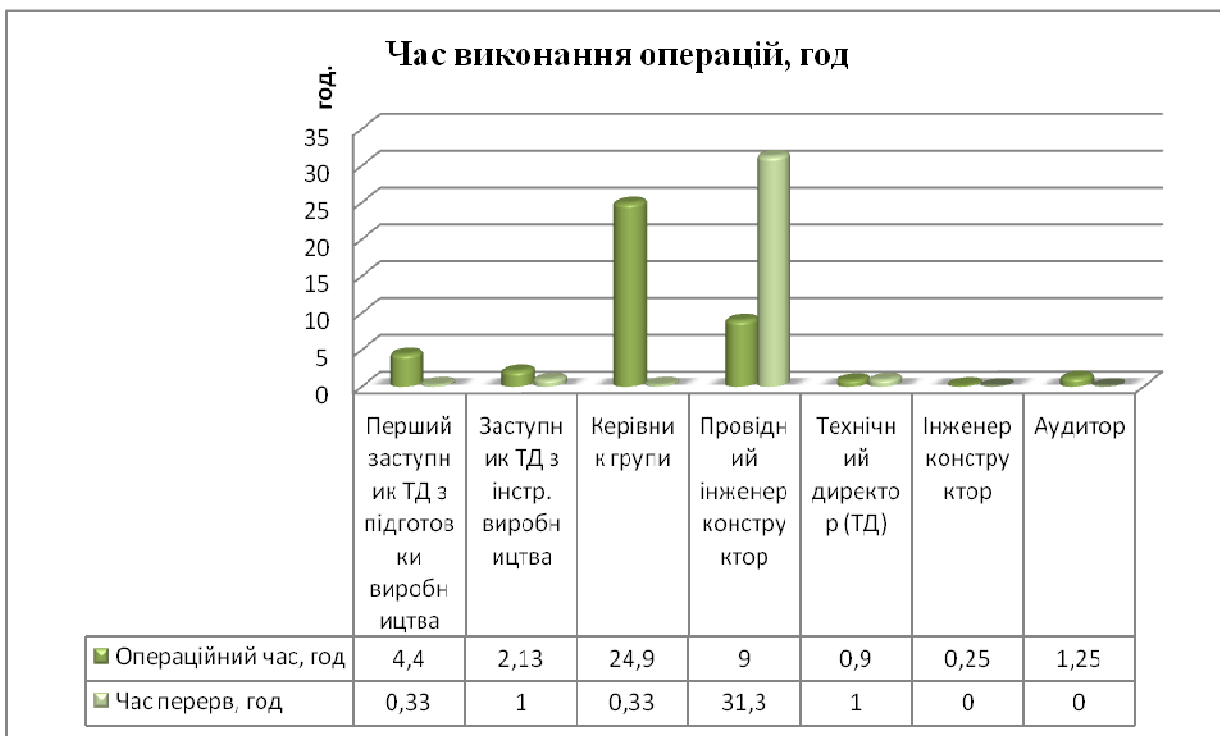


Рис. 4.15. Загальний час виконання операцій співробітниками

Як видно з діаграми, операційний час перевищує час перерв за винятком операції «Внесення змін», яка виконується провідним інженером, що пов'язано з перехідними процесами в рамках робочого розпорядку.

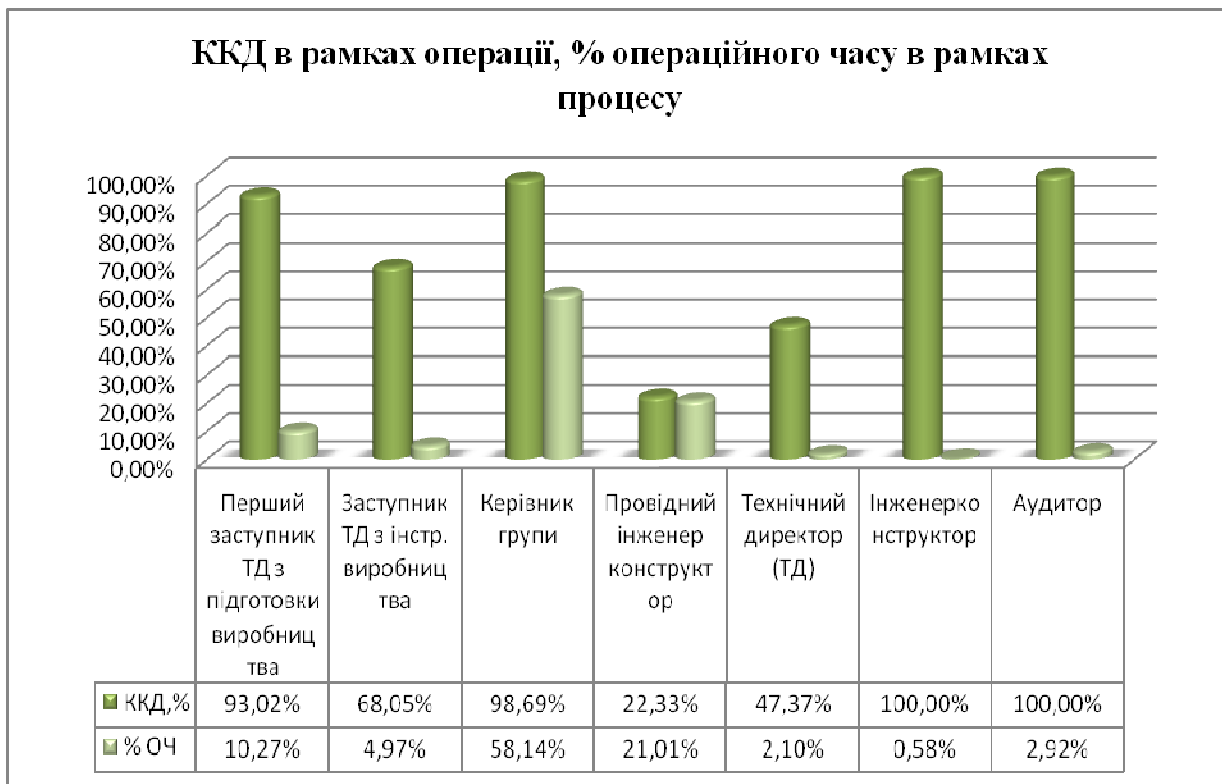


Рис. 4.16. Завантаження співробітників у рамках процесу

Як результат ККД кожного співробітника збільшився у декілька разів (рис. 4.16), а тривала операція погодження, виконується керівником групи з ККД, який дорівнює 98,69%.

Збільшення ККД, як правило, призводить до зменшення трудовитрат та зменшення вартості розробки комплексу КТД. Як видно з таблиці 4.14., незважаючи на збільшення кількості операцій у процесі, сумарна вартість операції зменшилась на 12%, непрямопропорційна зменшенню часу. Розподілення вартісних категорій у відсотковому відношенні залишається практично без змін, тобто кожна складова вартісних категорій також пропорційно зменшується при зменшенні часу виконання операцій, і це

співвідношення залишається сталим практично для будь-яких процесів технологічної підготовки виробництва.

Розглянемо ще один підхід погодженої взаємодії фахівців у процесі ТПВ, який також будується на використанні аудитора, але в даному випадку документ передається на наступний рівень погодження після його перевірки та розблокування. Модель процесу зображена в додатку Л, особливістю є те, що аудитору необхідний більший час на перевірку коректності внесення змін тому, що він практично виконує функцію контролю особи, яка відхилила документ на попередньому етапі. Як зазначалося раніше, така схема взаємодії передбачає наявність великого практичного досвіду аудитора. Характеристики основних операцій залишаються незмінними, суттєво збільшується час розблокування, оскільки аудитору необхідно детально вивчити внесені зміни.

Таблиця 4.14.-

Вартісні категорії

№	Операція	Час операції, год.	Фонд оплати праці, грн.	Єдиний соціальний внесок, грн.	Витрати на електроенергію, грн.	Накладні витрати, грн.	Технічне обслуговування, грн.	Разом, грн.
1.	Зміна статусу документу	0,250	4,500	1,710	0,061	1,51	3,000	10,783
2.	Погодження документу 1	1,910	45,840	17,419	0,465	13,84	22,920	100,489
3.	Погодження документу 2	2,130	89,460	33,995	0,518	23,11	25,560	172,641
4.	Погодження документу 3	4,410	529,200	201,096	1,073	116,64	52,920	900,927
5.	Затвердження документу	0,910	136,500	51,870	0,221	29,53	10,920	229,040
6.	Блокування записів	0,900	18,000	6,840	0,219	5,80	10,800	41,663
7.	Внесення змін до ТЗ	9,000	270,000	102,600	2,189	76,04	108,000	558,827
8.	Розблокування записів	0,360	7,200	2,736	0,088	2,32	4,320	16,665
	Разом	19,870	1100,700	418,266	4,833	268,795	238,440	2031,034



Рис. 4.17. Витрати в розрізі операцій



Рис. 4.18. Розподілення операційних витрат

За результатами моделювання, процес з урахуванням графіку роботи виконувався 2 дні, 3 годин, 6 хвилин, 53 сек., тобто для погодження технічного завдання необхідно приблизно 2 робочих дні. Загальний час виконання операцій співробітниками в рамках процесу представлений на рисунку 4.19. Відсоткове розподілення роботи співробітників у рамках процесу представлено на рисунку 4.20.

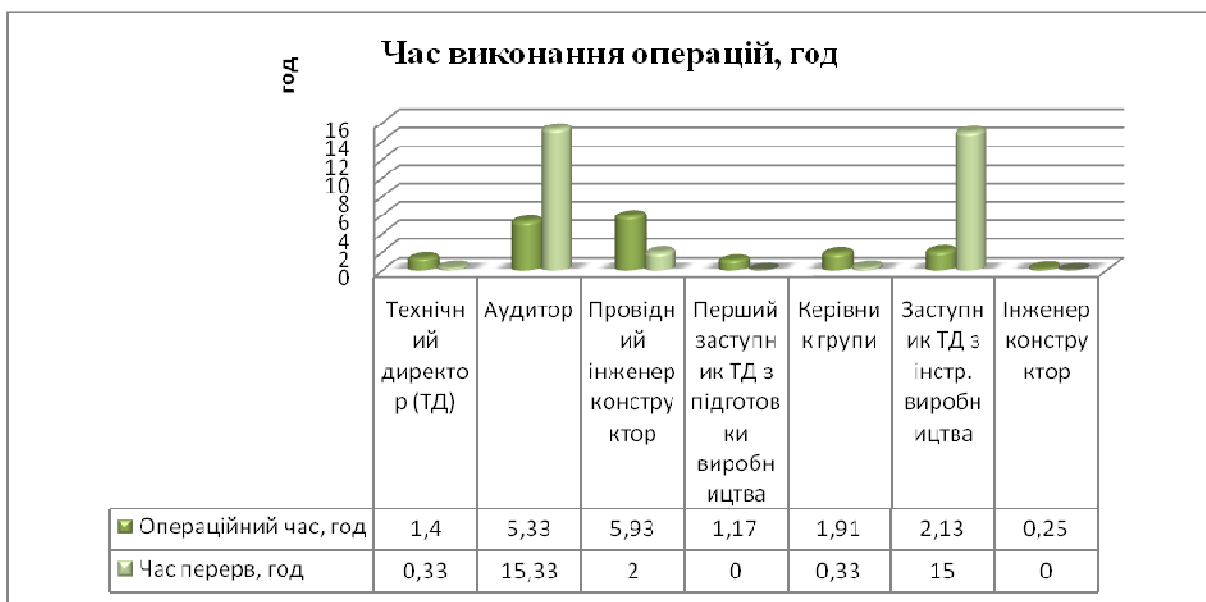


Рис. 4.19. Загальний час виконання операцій співробітниками



Рис. 4.20. Завантаження співробітників у рамках процесу

Як і в другому варіанті, погодження з використанням аудитора можемо зазначити суттєво більший ККД працівників у порівнянні з першою класичною схемою. Також відбулося зменшення часу процесу, але за рахунок того, що аудитору потрібен більший час на розблокування записів, ця динаміка не така суттєва, як у випадку першого і другого варіантів.

Найбільш суттєво змінилася вартість процесу (таблиця 4.15., рис. 4.21, 4.22), що обумовлено суттєвим зменшення операційного часу основних виконавців. У порівнянні з класичним варіантом погодження зменшення вартості складає 35%, а в порівнянні з другим – 27%.

Основні порівняльні характеристики розглянутих варіантів узгодженої взаємодії фахівців у процесі технологічної підготовки виробництва представлені на рисунках 4.23-25.

Слід відмітити, загальне зменшення часу на операції погодження при переході до варіанту взаємодії з використанням аудитора на тлі загального зменшення часу процесів.



Рис. 4.23. Доля вартості операції у вартості процесу

Таблиця 4.15.-

Вартісні категорії

№	Операція	Час операції, год.	Фонд оплати праці, грн.	Єдиний соціальний внесок, грн.	Витрати на електроенергію, грн.	Накладні витрати, грн.	Технічне обслуговування, грн.	Разом, грн.
1.	Зміна статусу документу	0,250	4,500	1,710	0,061	1,51	3,000	10,783
2.	Погодження документу 1	1,920	46,080	17,510	0,467	13,92	23,040	101,015
3.	Погодження документу 2	2,130	89,460	33,995	0,518	23,11	25,560	172,641
4.	Погодження документу 3	1,160	139,200	52,896	0,282	30,68	13,920	236,979
5.	Затвердження документу	1,400	210,000	79,800	0,341	45,43	16,800	352,369
6.	Блокування записів	0,680	13,600	5,168	0,165	4,39	8,160	31,478
7.	Внесення змін до ТЗ	5,930	177,900	67,602	1,442	50,10	71,160	368,205
8.	Розблокування записів	4,650	93,000	35,340	1,131	29,99	55,800	215,257
	Разом	18,120	773,740	294,021	4,408	199,118	217,440	1488,726

Вартість операцій, грн.

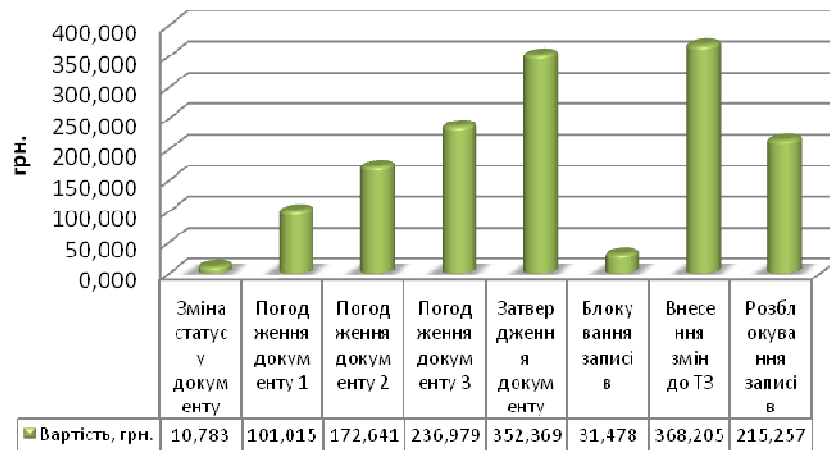


Рис. 4.21. Витрати в розрізі операцій

Розподілення операційних витрат, грн.

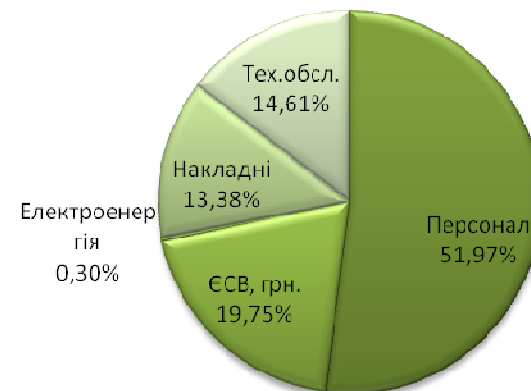


Рис. 4.22. Розподілення операційних витрат

Як правило, операція «Внесення змін» залишається сталою для будь-якого з варіантів взаємодії. Збільшення кількості операцій у другому варіанті, погодження документів не призводить до незначного збільшення часу процесу, який зменшується за рахунок суттєвого зменшення часу інших операцій.



Рис. 4.24. Доля операційного часу в загальному часі операцій

Операційний час найбільш суттєво зменшується у варіанті, коли документи, після розблокування, повертаються на наступний рівень погодження.

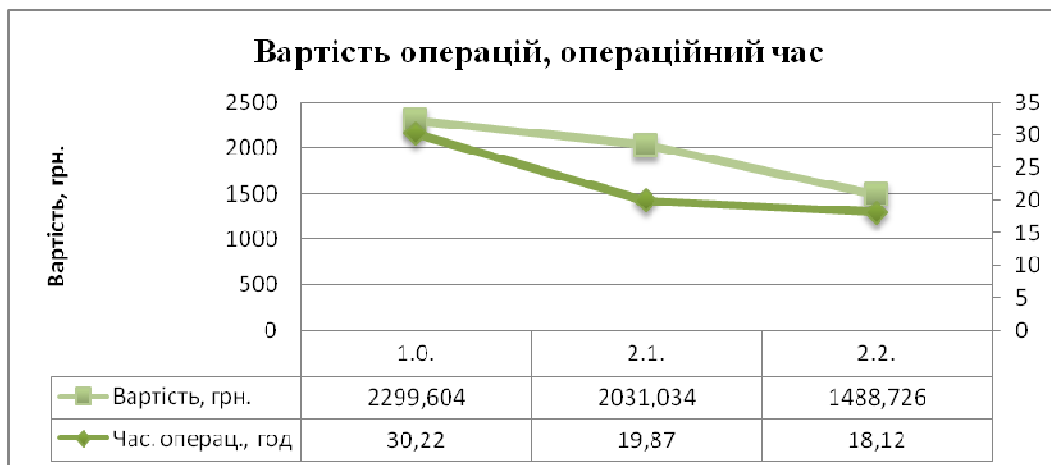


Рис. 4.25. Вартість операцій, операційний час

Рис. 4.25 демонструє повну кореляцію між зменшенням операційного часу та вартістю процесів, хоча вартість зменшується менш динамічно, що пов'язано з деяким її збільшенням за рахунок вартості операцій блокування та розблокування документів.

Розглянемо також процес «Погодження КД» за двома сценаріями взаємодії. У додатках М,Н представлені процеси погодження КД з урахуванням особливостей кожного варіанту.

За результатами моделювання для першого варіанту з аудитором, процес, із урахуванням графіку роботи, виконувався 7 днів, 25 хвилин, 20 сек., тобто для погодження комплекту первинних конструкторських креслень різними службами необхідно приблизно 7 робочих днів. Отриманий час на 30% менший, ніж час, необхідний на погодження КД за класичною схемою взаємодії. Кількістю відхилень документації на різних етапах погодження та часу перерв з урахуванням графіку роботи представлений у таблиці 4.16.

Час виконання кожної операції суттєво зменшився (рис. 4.26), що призвело до зменшення часу процесу в цілому, незважаючи на збільшення кількості операцій.

Таблиця 4.16.

Кількість виконання кожної операції в процесі погодження КД

Операція	Кіл. виконаних операцій	Операційний час, год.	Сумарний час переривання в процесі, год.
Блокування записів	3	1,110	16,000
Погодження конструкторської документації	2	11,700	16,333
Перевірка проекту в групі зварювання	2	8,130	16,660
Розблокування записів	3	0,400	0,000
Нормоконтроль конструкторської документації	2	12,000	16,660
Перевірка проекту в бюро "___"	1	3,430	24,000
Перевірка проекту головним технологом	1	3,280	0,000
Внесення змін до первинних креслень нового виробу	3	13,100	32,666
	17	53,150	122,319

Коефіцієнт корисної дії, представлений на рисунку 4.27, показує, що ККД співробітників, які виконують найбільш тривалі операції також збільшився в порівнянні з класичною схемою взаємодії.

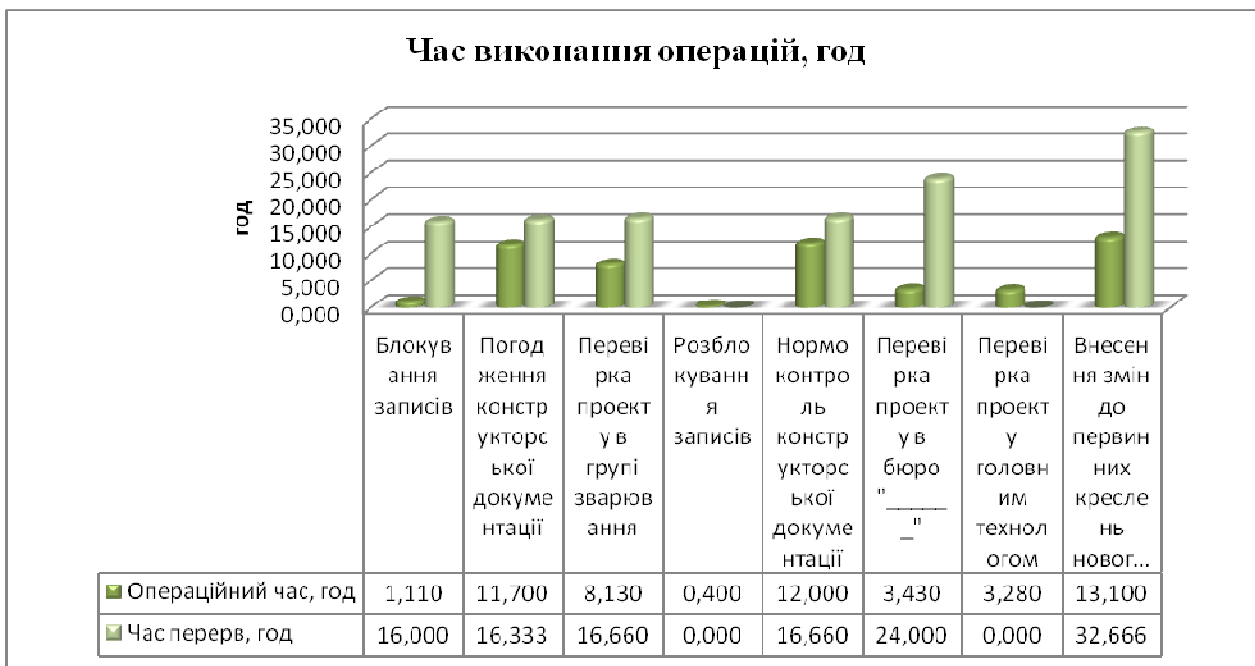


Рис. 4.26. Загальний час виконання операцій співробітниками

У зв'язку з зменшенням часу процесу суттєво зменшилася його вартість (таблиця 4.17). Рисунки 4.28,4.29 демонструють вартість процесу в розрізі операцій та вартісних категорій. Аналітика, щодо розподілення операційних витрат у рамках процесу, залишається без змін у порівнянні з попередніми дослідженнями.

Розглянемо другий варіант погодження конструкторської документації з використанням аудитора. Взаємодія передбачає повернення документації на рівень, наступний за рівнем відхилення документу.

Вихідні умови для імітаційного моделювання залишаються попередніми з метою забезпечення однієї бази розрахунків та порівняння [141,142], ймовірнісні характеристики операцій блокування та розблокування записів приведені в таблицях М.1, Н.2.

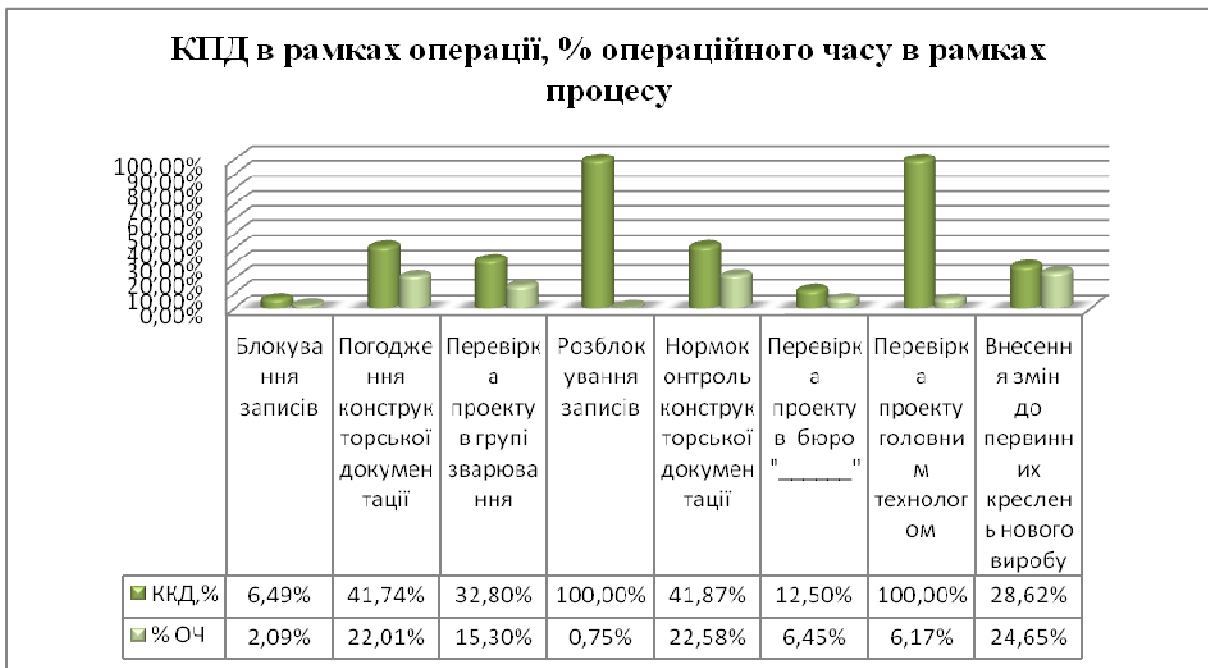


Рис. 4.27. Завантаження співробітників у рамках процесу

За результатами моделювання для другого варіанту з аудитором, процес, з урахуванням графіку роботи, виконувався 5 днів, 2 години, 33 хвилини, 51 сек., тобто для погодження комплекту первинних конструкторських креслень різними службами необхідно приблизно 5 робочих днів. Отриманий час на 50% менший, ніж час, необхідний на погодження КД за класичною схемою взаємодії і на 42%, ніж за першим варіантом з аудитором.

Фінансові складові процесу в розрізі операцій та розподілу за статтями витрат у рамках процесу представлені на рисунках 4.30,4.31. Вартість операцій детально представлена в таблиці 4.18.

Таблиця 4.17.

Вартісні категорії

№	Операція	Час операції, год.	Фонд оплати праці, грн.	Єдиний соціальний внесок, грн.	Витрати на електроенергію, грн.	Накладні витрати, грн.	Технічне обслуговування, грн.	Разом, грн.
1.	Погодження КД	11,700	1404	533,520	2,846	309,45	140,400	2390,215
2.	Нормоконтроль КД	12,000	288	109,440	2,919	86,98	144,000	631,343
3.	Перевірка КД в бюро	3,430	82,32	31,282	0,834	24,86	41,160	180,459
4.	Перевірка КД в групі	8,130	195,12	74,146	1,978	58,93	97,560	427,735
5.	Перевірка КД ГТ	3,280	360,8	137,104	0,798	80,19	39,360	618,253
6.	Блокування записів	1,110	22,2	8,436	0,270	7,16	13,320	51,384
7.	Внесення змін до КД	13,100	838,4	318,592	3,187	199,76	157,200	1517,136
8.	Розблокування записів	0,400	8	3,040	0,097	2,579	4,800	18,517
	Разом	53,150	3198,840	1215,559	12,929	769,914	637,800	5835,042



Рис. 4.28. Витрати в розрізі операцій



Рис. 4.29. Розподілення операційних витрат

Таблиця 4.18.

Вартісні категорії

№	Операція	Час операції, год.	Фонд оплати праці, грн.	Єдиний соціальний внесок, грн.	Витрати на електроенергію, грн.	Накладні витрати, грн.	Технічне обслуговування, грн.	Разом, грн.
1.	Погодження КД	6,880	825,6	313,728	1,674	181,97	82,560	1405,528
2.	Нормоконтроль КД	6,530	156,72	59,554	1,588	47,33	78,360	343,556
3.	Перевірка КД в бюро	4,620	110,88	42,134	1,124	33,49	55,440	243,067
4.	Перевірка КД в групі	4,070	97,68	37,118	0,990	29,50	48,840	214,130
5.	Перевірка КД ГТ	3,100	341	129,580	0,754	75,79	37,200	584,325
6.	Блокування записів	0,800	16	6,080	0,195	5,16	9,600	37,034
7.	Внесення змін до КД	10,120	647,68	246,118	2,462	154,32	121,440	1172,016
8.	Розблокування записів	3,860	77,2	29,336	0,939	24,892	46,320	178,687
	Разом	39,980	2272,760	863,649	9,725	552,449	479,760	4178,343

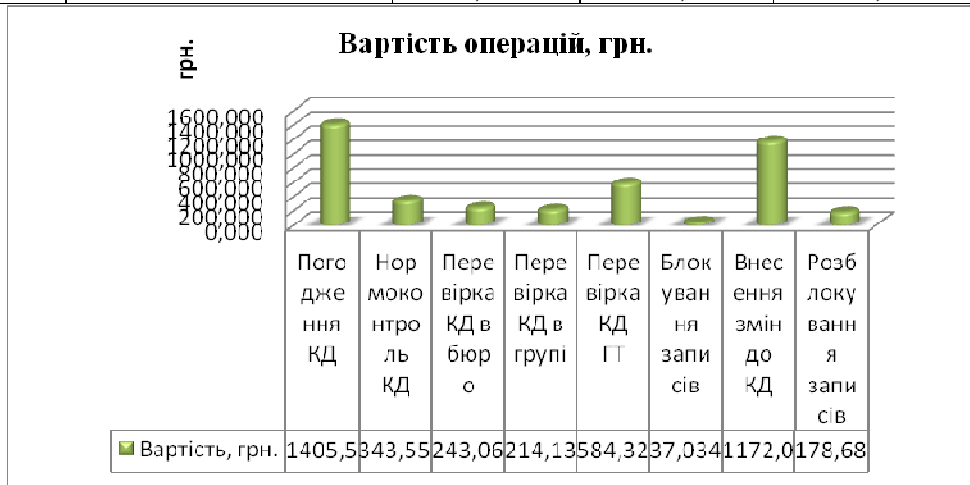


Рис. 4.30. Витрати в розрізі операцій

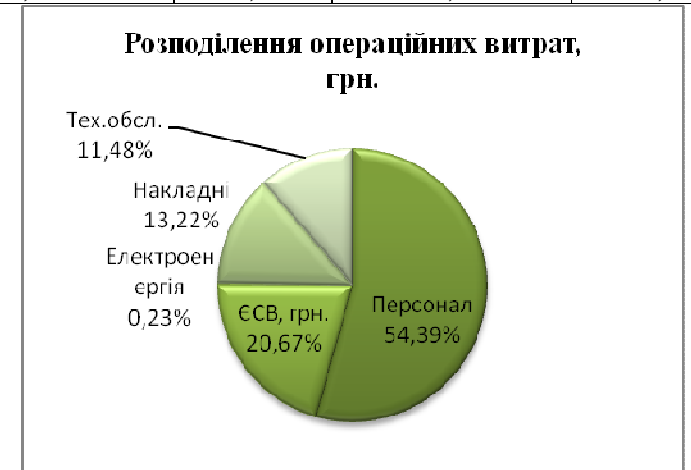


Рис. 4.31. Розподілення операційних витрат

Час виконання операцій, представлений на рисунку 4.32

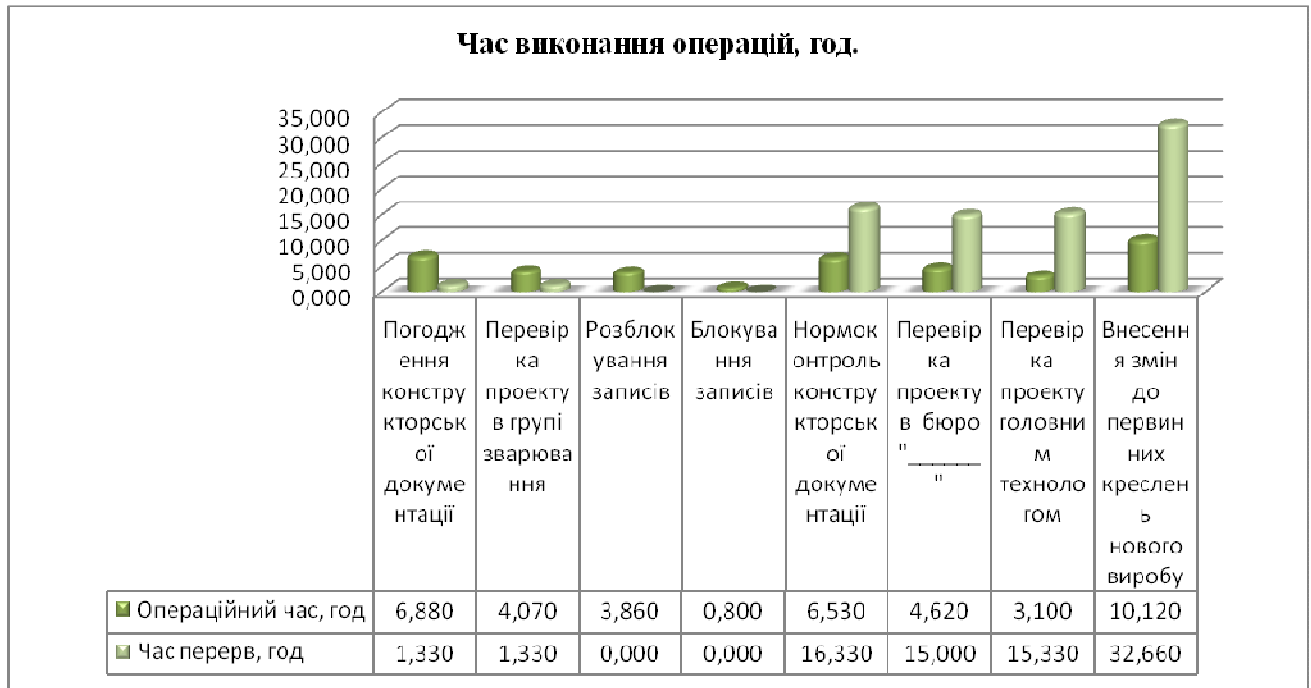


Рис. 4.32. Загальний час виконання операцій співробітниками

Суттєво збільшився ККД в порівнянні з попередніми варіантами взаємодії (рис. 4.33).



Рис. 4.33. Завантаження співробітників у рамках процесу

Розглянемо порівняльний аналіз усіх трьох варіантів погодження конструкторської документації. На рисунках 4.34, 4.36 представлені порівняльні дані щодо вартості кожної операції, в рамках процесу, та доля кожної операції з погляду операційного часу в рамках процесу відповідно.

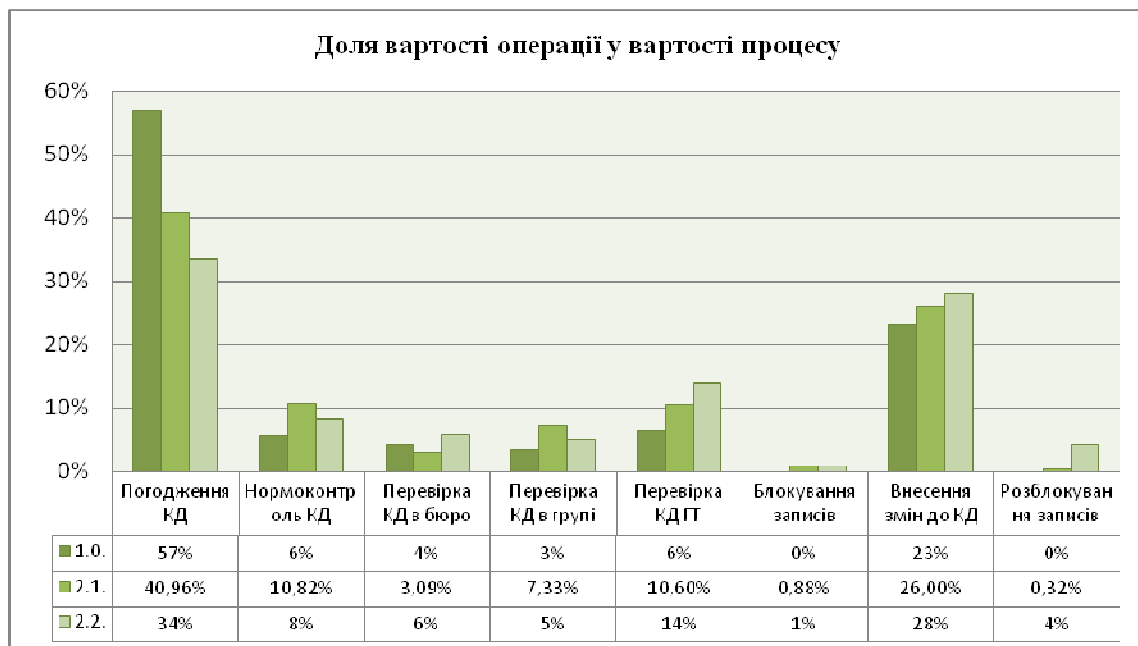


Рис. 4.34. Доля вартості операції у вартості процесу

Найбільш сталими є співвідношення для операції «Внесення змін до КД», як і в попередньому варіанті для процесу погодження технічного завдання.

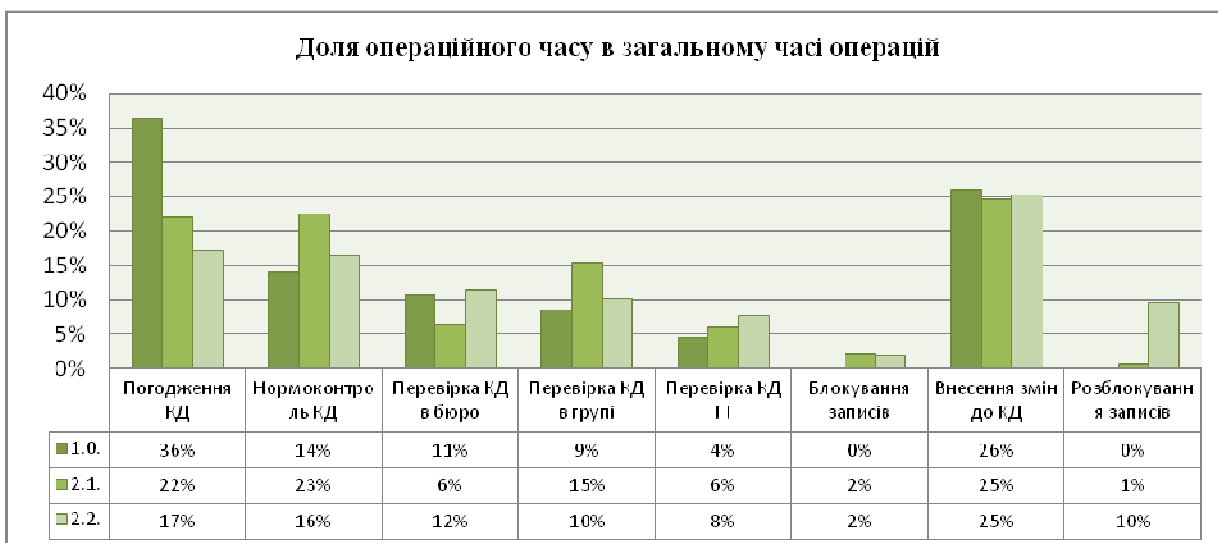


Рис. 4.35. Доля операційного часу в загальному часі операцій

Як бачимо з діаграм, із переходом до взаємодії за допомогою аудитора відбувається вирівнювання завантаження кожного співробітника в рамках процесу, тобто операції здійснюються з невеликими відхиленнями від середнього.



Рис. 4.36. Вартість операцій, операційний час

Динаміка зменшення вартості і операційного часу має більш стрімкий характер і більшу кореляцію, ніж у процесі «Погодження технічного завдання».

У якості загальних висновків слід відзначити, що за допомогою імітаційного моделювання автором було отримане підтвердження теоретичних розрахунків щодо зменшення часу операцій і, як наслідок, процесів взаємодії співробітників підрозділів, зайнятих технологічною підготовкою виробництва. Найбільш рекомендованим залишається другий варіант узгодженої взаємодії фахівців у рамках ТПВ, коли документація передається на рівень, з якого вона була повернена для внесення змін із метою забезпечення цілісності інформації.

Отримані дані щодо динаміки змін показників операцій будуть використані в наступному підрозділі для розрахунку оцінки якості системи управління технологічною підготовкою виробництва в рамках розробленого автором методу.

Отримані дані, щодо зменшення операційного часу, використовуються для коригування коефіцієнтів 4,7 таблиці 3.6, які відповідно будуть дорівнювати (таблиця 4.19)

Таблиця 4.19.

Поправочні коефіцієнти

№	Назва коефіцієнту	Діапазон зміни коефіцієнту
4.	Супутні роботи	1,0 – 1,47
7.	Програмне забезпечення	0,9 – 0,48

Отримані дані дозволять більш коректно розраховувати кількість співробітників, необхідних для розробки КТД за методикою, описаною в рамках 3-го розділу.

4.4. Практичні результати та ефективність використання розробленої інформаційної технології

Стан системи управління технологічною підготовкою виробництва у дискретні моменти часу відповідно до методу, розробленого автором у другому розділі, може бути оцінений через оцінку ключових показників діяльності, також введених автором.

Введемо початкові дані, припущення та обмеження для розрахунків якості системи управління ТПВ, виходячи з того, що в роботі здійснюється оцінка якості системи управління ТПВ для різних сценаріїв взаємодії, а не для різних проміжків часу роботи системи:

1. Оцінку здійснюємо тільки для дискретних моментів часу, в рамках яких здійснювалося імітаційне моделювання процесів, тобто для 7 і 11 днів відповідно.

2. Приймаємо $I_{ПАЗ}$ - витрати на програмне та апаратне забезпечення постійними для моделювання за різними сценаріями, тому їх можемо виключити з моделі, як такі, які не впливають на оцінку при такому припущенні.

3. Середня кількість комплектів КТД, яка розробляється за рік, дорівнюється 50 шт. Припускаємо також, що зменшення операційного часу за різними сценаріями моделювання призводить до пропорційного збільшення комплектів КТД відповідно.

4. Кількість сповіщень про зміни $K_{C3} = \sum_{i=1}^n K_{C3_i}$, кількість протоколів невідповідності продукції - K_{ISO} , для періодів моделювання за різними сценаріями залишається величиною постійною, тому теж не впливає на порівняльний аналіз.

Розрахунки здійснювалися відповідно до формул 2.26 із переходом до безрозмірних величин (таблиця 2.10). Результати розрахунків показників діяльності для двох процесів, розглянутих у роботі, представлені в таблиці 4.13.

За базовий стан системи управління приймаємо схему взаємодії фахівців за класичним принципом погодження та затвердження документів. Відповідні коефіцієнти приймаються рівними - 0. Результати моделювання конвертувалися до електронних таблиць для подальшої статистичної обробки [141].

Таблиця 4.20.

Розрахунки показників діяльності для різних сценаріїв взаємодії

Показники	Погодження ТЗ			Погодження КД		
	1.0.	2.1.	2.2.	1.0.	2.1.	2.2.
$\bar{a}_1, K_{КТД}$	0,000	0,343	0,400	0,000	0,346	0,480
$\bar{a}_2, T_{КТД}$	0,000	0,521	0,668	0,000	0,529	0,922
$\bar{a}_3, \bar{B}_{КТД}$	0,000	0,132	0,545	0,000	0,640	1,277

На рисунках 4.37, 4.38 зображено приріст ключових показників діяльності при переході до інших схем взаємодії, відповідно здійсненого імітаційного моделювання.

Як видно з графіків, при переході від класичної схеми взаємодії до взаємодії з залученням аудитора в першому варіанті відбувається стрімке збільшення показника $T_{КТД}$ і, як наслідок, показника $K_{КТД}$, показник собівартості комплекту КТД також збільшується, але не так стрімко, що пов'язано з введенням ще однієї операції і співробітника, відповідно витрати дещо збільшуються.

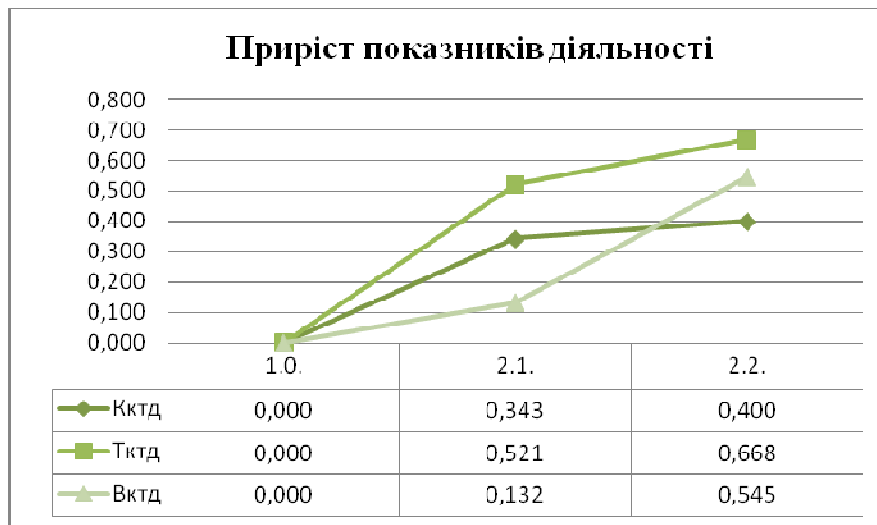


Рис. 4.37. Приріст показників діяльності для процесу «Погодження технічного завдання»

Приріст $\bar{B}_{КТД}$ для другого варіанту взаємодії з залученням аудитора значно суттєвіший, ніж для першого варіанту, що пов'язано зі значним прискоренням процесу та відповідно зменшенням постійних та змінних витрат за рахунок переходу до операцій, наступних за тими, на яких відбулося відхилення документу.

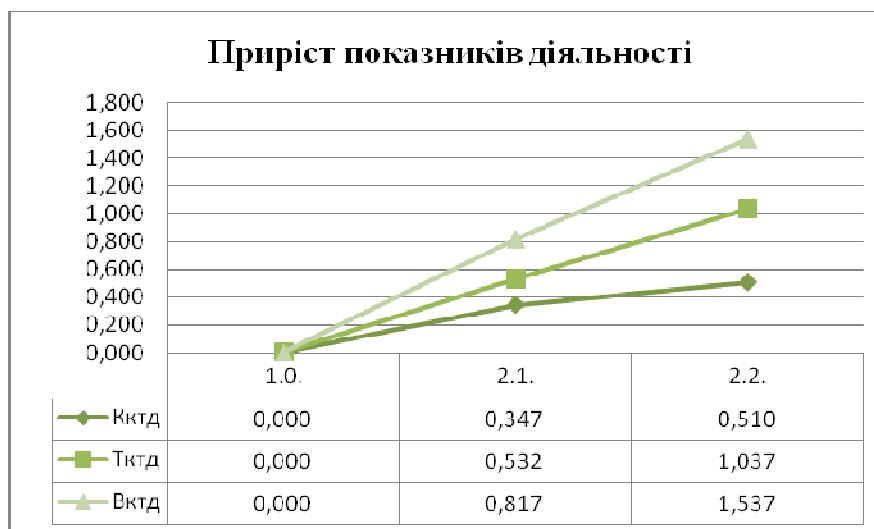


Рис. 4.38. Приріст показників діяльності для процесу «Погодження конструкторської документації»

Для процесу «Погодження конструкторської документації» збільшення показників відбувається більш інтенсивно і практично симетрично, що пов'язано з суттєво більшим часом всього процесу і, як результат, підвищеною чутливістю процесу до найменших змін у його операціях.

На рисунках 4.39, 4.40 зображений показник ефективності системи управління для двох зазначених процесів. Розрахунок показника ефективності здійснювався відповідно до формул 2.28, 2.29. У якості вагових коефіцієнтів розглядалися коефіцієнти, розраховані в другому розділі (таблиці 2.6-2.8), для трьох варіантів експертних оцінок, і які є важливими для кожного коефіцієнту.

Як бачимо з графіків, найбільш суттєво збільшився показник ефективності для варіанту, коли експерти вважають, що основною характеристикою, яка характеризує якість системи управління – ТПВ є вартість та час розробки комплексу документації.

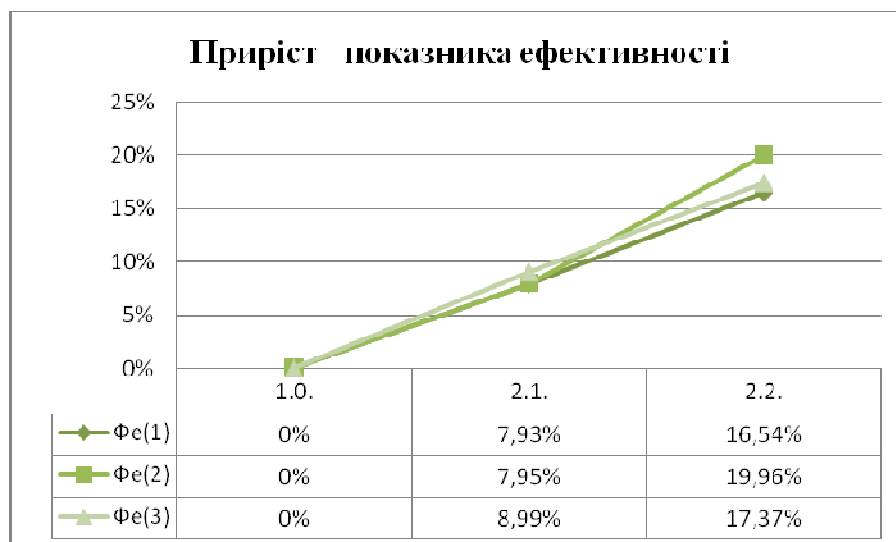


Рис. 4.39. Показник ефективності системи управління ТПВ для процесу «Погодження технічного завдання»

Порівнюючи показники процесів між собою, можемо визначити кореляцію між динамікою збільшення показників діяльності та динамікою показника ефективності. Так, для другого процесу, показник ефективності збільшився більш суттєво, що пов'язано з відповідно динамічнішим (збільшення кута між прямою і віссю X) збільшенням ключових показників діяльності.

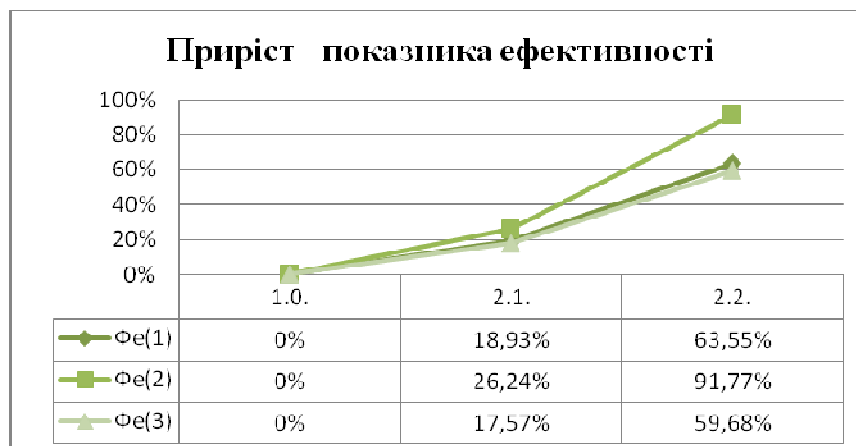


Рис. 4.40. Показник ефективності системи управління ТПВ для процесу «Погодження конструкторської документації»

Однак, на практиці окремі процеси розглядають у випадках пошуку проблемних місць, тобто для визначення причин збільшення, наприклад, операційного часу або часу очікування і т.ін. Здебільшого розглядають процес у комплексі, в рамках всіх процесів другого, третього і четвертого рівня.

На рисунках 4.41, 4.42 зображені графіки показників діяльності та показника ефективності системи управління ТПВ для трьох варіантів експертних оцінок для сумарного процесу, який складається із двох розглянутих попередньо процесів.

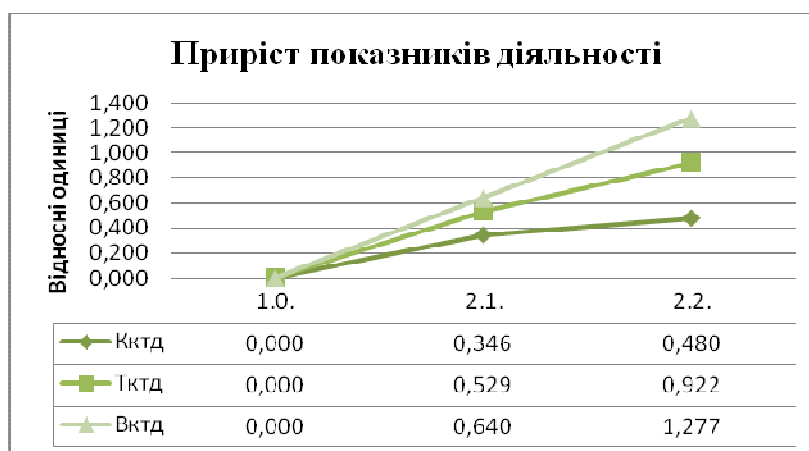


Рис. 4.41. Приріст показників діяльності для сумарного процесу

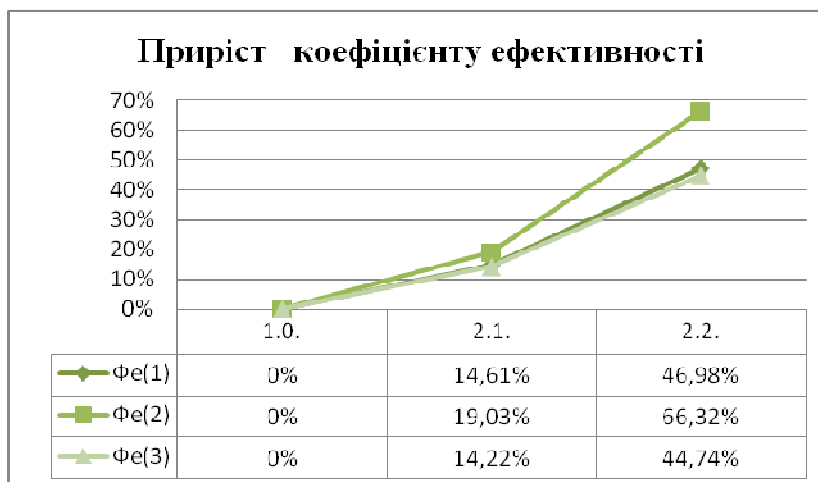


Рис. 4.42. Показник ефективності системи управління ТПВ для сумарного процесу

Як бачимо, збільшення коефіцієнтів відбувається не так стрімко як для окремих процесів і операцій, що підтверджує суттєвий взаємний вплив процесів один на одного в рамках ТПВ. Очевидно, що під час аналізу процесів першого рівня в діаграмах доданої вартості, в яких до складу процесу входять до 10-15 процесів нижчих рівнів, збільшення показників у разі позитивної динаміки буде відбуватися ще повільніше за однакових умов.

Слід зазначити, що в роботі розглянуто використання методу оцінки управління ТПВ для конкретного випадку – оцінка впливу на систему переходу до двох нових варіантів взаємодії фахівців у рамках процесу ТПВ, тобто вирішувалася задача не оцінки розвитку ТПВ в часі у результаті певних дій, а оцінка впливу конкретних змін системи. Таким чином, можемо зробити висновок про основні варіанти застосування методу:

1. Оцінка управління ТПВ в часі для аналізу стану системи ТПВ, визначеної плановими показниками, або ступеню досягнення нею бажаного стану протягом дії певних управлінських рішень.

2. Оцінка ТПВ після введення певних змін у процеси та оцінки впливу зазначених змін.

ВИСНОВКИ

1. Розроблені нові архітектурні рішення інформаційної технології, баз даних та програм, забезпечують практичну реалізацію моделей, алгоритмів та методу управління ТПВ підприємства.

2. Запропонована практична апробація організаційних моделей технологічної підготовки виробництва для забезпечення операційного аналізу основних елементів діяльності передбачає підходи, засновані на розділенні праці та норми охоплення контролем, дозволила оцінити стан системи управління з погляду структурної стійкості організаційного графу, визначити кількість рівнів контролю та ймовірності характеристики операційного часу співробітників у рамках моделей операцій.

3. Імітаційне моделювання на основі розроблених моделей процесів та операцій дозволило підтвердити теоретичні дослідження, зроблені у другому

розділі щодо відносного зменшення операційного часу процесів ТПВ в рамках управління погодженою взаємодією фахівців із введенням аудитора в процес.

4. Отримані дані щодо зменшення операційного часу від 30% до 50% також можуть бути використані для коригування моделі (3.14) розрахунку кількості співробітників, необхідних для розробки комплекту КТД в частині поправочних коефіцієнтів 4,7.

5. Найбільш ефективним за результатами моделювання є метод управління узгодженою взаємодією фахівців із введенням аудитора та поверненням документів на наступний рівень після рівня, з якого відбувалося повернення документа на опрацювання. Однак, з метою виконання вимог щодо збереження цілісності даних обрано другий варіант взаємодії з аудитором, коли документи повертаються на рівень, із якого вони були відхилені.

6. Експериментально доведено, що запропонований метод управління ТПВ, дозволив отримати кількісну оцінку всіх трьох методів узгодженої взаємодії фахівців для двох найбільш критичних процесів ТПВ. Метод управління дозволяє здійснювати оцінку в динаміці з плином часу, або в дискретні проміжки часу для перевірки ефективності реалізації конкретних заходів щодо оптимізації ТПВ.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-технічну задачу підвищення ефективності управління технологічною підготовкою виробництва машинобудівних підприємств за рахунок розроблених моделей, методу та інформаційної технології.

1. Проведено аналіз інформаційних процесів ТПВ машинобудівних підприємств, сучасних інформаційних технологій, та систем обробки даних ТПВ. Виявлені проблемні задачі управління даними та інформаційними потоками, що дозволило обґрунтувати етапи дослідження і сформулювати задачі дисертаційної роботи.

2. Виявлені та формалізовані інформаційні об'єкти ТПВ, що дозволило розробити на їх основі організаційну, функціональну та інформаційну моделі процесів ТПВ.

3. Встановлені і класифіковані основні показники діяльності підрозділів ТПВ у відповідності до рівнів управління та інформаційних об'єктів ТПВ, що дозволило відібрати та ранжувати ключові показники управління ТПВ й використовувати їх у імітаційних моделях управління ТПВ.

4. Розглянуто декілька сценаріїв експертних оцінок щодо ключових показників діяльності, що дає змогу здійснювати імітаційне моделювання за альтернативними сценаріями.

5. Розроблено комплексну процесну модель, яка включає сім функціональних моделей, що дозволяють описувати ключові показники діяльності з урахуванням часу, та здійснити імітаційне моделювання процесу управління ТПВ.

6. Розроблено шести факторну математичну модель індексу керівництва, з урахуванням особливостей сучасних розосереджених машинобудівних підприємств, що впливають на процеси управління та координацію роботи структурних підрозділів ТПВ.

7. Розроблено метод управління ТПВ, який поєднує усі запропоновані автором алгоритми та моделі оптимізації ключових показників діяльності та розрахунку рівня ефективності управління ТПВ в рамках її оцінки.

8. Розроблена нова інформаційна технологія управління ТПВ, яка дозволила забезпечити підвищення ефективності процесів ТПВ.

Отримані теоретичні результати доведено до практичного застосування та впроваджено у виробничих умовах діючих машинобудівних підприємств, а саме: ПАТ «Мотор Січ» (м. Запоріжжя), ПАТ «Сумське науково-виробниче об'єднання ім.М.В.Фрунзу» (м. Суми), та впроваджено у науковому та навчальному процесах Вінницького національного технічного університету (м. Вінниця), Національного авіаційного університету (м. Київ).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Павленко П.М. Розробка та впровадження інформаційної технології аналізу та оцінки виробничого замовлення/В.В. Трейтяк, П. М. Павленко, А. О. Хлевний // Вісник Чернігівського державного технічного університету. Серія «Технічні науки». – 2010р. №45 – С.123-129.
2. Павленко П.М. Обґрунтування показників оцінки ефективності підготовки фахівців з інформаційних технологій виробничого призначення/П. М. Павленко, Ю.В. Задонцев А. О. Хлевний // Електроніка та системи управління. – 2010р. №2 (24) – С. 153-157.
3. Павленко П.М. Метод відбору ключових показників ефективності технологічної підготовки виробництва /П. М. Павленко, А. О. Хлевний // Вісник Інженерної академії. – 2013 №3/4. – С. 277-283.
4. Хлевний А. О. Метод оцінки якості системи управління технологічною підготовкою виробництва/А. О. Хлевний// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2013 №4. – С. 132-137 (науковометрична база РИНЦ).
5. P. Pavlenko The method of analysis and performance management of dispersed production planning/ P. Pavlenko, A. Khlevnoj// Вісник НАУ 2014 №2.– С. 105-112 (науковометрична SCOPUS).
6. Павленко П.М. Інформаційна технологія управління ефективністю промислового виробництва/ П.М. Павленко, О.В. Заріцький, А.О. Хлевний// Восточно-Европейський журнал передових технологій. – 2015 №1/2(73). – С24-30.
7. Хлевний А.О. Метод управління даними в інтегрованому інформаційному середовищі розосереджених підприємств/ А. О. Хлевний // Тези доповідей ІХ Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих учених «Політ. Сучасні проблема науки»: м. Київ, 8 – 10 квітня 2009 р. / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т, ред.кол. М. С. Кулик та ін. – К. : НАУ, 2009. Т. 2. – С. 243.

8. Хлевний А.О. Використання PLM-рішень для задач управління виробничою інформацією/ А. О. Хлевний // Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси (ІРТК-2009), 25-28 травня 2009р. – С. 221 – 223.

9. Павленко П.М. Сучасні технології розробки інтерактивної експлуатаційної документації/П. М. Павленко, Ю.В. Задонцев А. О. Хлевний // Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки, Науково-практична конференція 18-19 червня 2009р. – С. 86.

10. Павленко П.М. Автоматизація управління проектами в інформаційному середовищі універсальної PDM-системи / П. М. Павленко, Ю.В. Задонцев А. О. Хлевний // зб.наук. праць за матеріалами ІХ Міжнародної науково-технічної конференції « АВІА-2009», 21-23 вересня 2009р. / МОН України, НАН України, Мінпромполітики України, НКАУ, АНТК ім. О. К. Антонова, НАУ. – Т. 2. – К. : НАУ, 2011. Т. 2. – С.3.31-3.34

11. P. Pavlenko, Khlevnoj A. Experian with automated data management for industrial purposes. Proc. of the Fifth World Congress “Aviation in the XXI-st Century”: “Safety in Aviation and Space Technology”, 21-23 September 2010. (Publishing House of the National Aviation University, Kyiv) 2010, V.2, p.

12. Хлевний А.О. Сучасні інформаційні технології і автоматизація технологічної підготовки виробництва / А. О. Хлевний // Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси (ІРТК-2011), 23-25 квітня 2011р. – С. 371-372

13. Хлевний А.О. Управління процесом розподілу робіт з проектування технологічної документації інструментальними засобами PDM – системи Enovia SmarTeam/ А. О. Хлевний // зб.наук. праць за матеріалами Х Міжнародної науково-технічної конференції « АВІА-2011», 19-21 квітня 2011р. / МОН України, НАН України, Мінпромполітики України, НКАУ, АНТК ім. О. К. Антонова, НАУ. – Т. 2. – К. : НАУ, 2011. Т. 1. – С.3.37-3.40

14. Хлевний А.О. Автоматизація управління технологічною підготовкою виробництва /А. О. Хлевний // Матеріали І міжнародної науково-практичної

конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»: м.Чернігів, 17-19 травня 2011р. - С.48-49

15. Хлевний А.О. Автоматизоване управління проектними роботами в середовищі інтегрованих інформаційних систем виробничого призначення/ А. О. Хлевний // Матеріали науково-технічної конференції студентів та молодих учених «Наукоємні технології»: Київ, 14-18 листопада 2011р. - С.37

16. Khlevnoj A. Information technology of design engineering works managing of industrial companies Proc. of the Fifth World Congress “Aviation in the XXI-st Century”: “Safety in Aviation and Space Technology”, 25-27 September 2012. (Publishing House of the National Aviation University, Kyiv) 2012, V.1, S. 1.8.27 – 1.8.30.

17. Хлевний А.О. Інформаційна технологія управління ефективністю технологічної підготовки виробництва /А. О. Хлевний // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»: м.Чернігів, 13-21 травня 2014р. - С.237-239.

18. Khlevnoj A. The method of analysis and performance management of dispersed production planning. Proc. of the Sixth World Congress “Aviation in the XXI-st Century”: “Safety in Aviation and Space Technology”, 23-25 September 2014. (Publishing House of the National Aviation University, Kyiv) 2014, V.1, S. 1.9.24 – 1.9.31.

19. Хлевний А. О. Інформаційна технологія управління ефективністю технологічної підготовки виробництва / А. О. Хлевний // Політ. Сучасні проблеми науки : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, 8-9 квітня 2015 р. – Київ : НАУ, 2015. – С.

20. Хлевний А.О. Метод оцінки управління технологічною підготовкою виробництва / А.О. Хлевний // АВІА-2015: XII Міжнар. наук.-техн. конф., 28-29 квіт. 2015 р.: матеріали доп. – Київ: НАУ, 2015. – С.

21. Хлевний А.О. Метод управління технологічною підготовкою виробництва в умовах розширеного підприємства / А.О. Хлевний //

Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: V Міжнар. наук.-практ. конф., 19-22 травня 2015 р.: матеріали доп. – Чернігів: ЧДТУ, 2015. – С. 236.

22. Павленко П.М. Автоматизовані системи технологічної підготовки розширених виробництв. Методи побудови та управління: Монографія. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 280 с.

23. Планирование и контроллинг: Учебник по спец. «Менеджмент организации» / Ю.П. Анискин, А.М. Павлова. – М.: Омега-Л, 2003. – 278 с.

24. Оліфіров О.В. Контролінг інформаційної системи підприємства: Монографія. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2003. – 325 с.

25. Думлер Е.Б. Повышение эффективности многономенклатурного производства на основе моделирования автоматизированного проектирования технологического оборудования : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» / Е.Б. Думлер ; МГТУ «Станкин», – М., 2007. – 21 с.

26. Спицнадель В.Н. Системы качества (в соответствии с международными стандартами ISO семейства 9000). – СПб: Бизнес-пресса, 2004. – 336 с.

27. Алехина О.Ф. Моделирование эффективного управления производством на промышленных предприятиях: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук: 08.00.05 / О.Ф. Алехина ; НГУ. – Нижний Новгород, 2009. – 32с.

28. Патваканов С.С. Формирование системы оценки качества управления производством (на примере предприятий машиностроения): автореф. дис. на соискание ученой степени канд. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством: теория управления экономическими системами»/ С.С. Патваканов; МГТУ «Станки» - М., 2009. – 20 с.

29. Крючкова М.С. Разработка модели оценки эффективности управления предприятием в составе холдинговой структуры на основе анализа

интегральных критериев: дис. на соискание ученой степени канд. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством: теория управления экономическими системами»/М.С. Крючкова; МГУ – М., 2005. – 176 с.

30. Глушков А.Н. Организационно-экономический механизм повышения эффективности управления промышленным предприятием: дис. на соискание ученой степени канд. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством: теория управления экономическими системами»/А.Н. Глушков; КГУ, - Красноярск, 2005. – 142 с.

31. Шарбузов Р.Н. Повышение эффективности управления промышленным предприятием в условиях рынка: дис. на соискание ученой степени канд. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством: теория управления экономическими системами»/Р.Н. Шарбузов; – Махачкала, 2003. – 168 с.

32. Коршунов А. И. Создание автоматизированных систем управления машиностроительными производствами на основе теории конструктивно-технологической сложности: автореф дис. д-ра техн. наук: 05.13.06. – Ижевский. гос. техн. ун-т. – Ижевск, 2008. – 43 с.

33. Белоусов А.В. Повышение эффективности процессов конструкторско-технологического проектирования на основе информационной поддержки изделия : дис. канд. техн. наук : 05.13.06 / А.В. Белоусов ; МГТУ «Станкин». – М., 2003. – 203 с.

34. Сергин М.Ю. Принципы, методы и алгоритмы построения систем управления технологическими процессами со структурной неопределенностью: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.13.06 / Сергин Михаил Юрьевич; Тамбов. гос. тех. ун-т. – Тамбов, 2004. – 33 с.

35. Фоминых Р. Л. Разработка автоматизированной подсистемы определения конструктивно-технологической сложности, трудоемкости изготовления деталей и организационно-технического уровня много-

номенклатурного производства: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.06. – Ижевский гос. техн. ун-т. – Ижевск, 2003. – 23 с.

36. Фаткин А.А. Совершенствование системы оперативно-производственного планирования в условиях многономенклатурного единичного и мелкосерийного производства : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / А.А. Фаткин ; ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. – Ковров, 2004. – 184 с.

37. Абрамова И.Г. Совершенствование метода управления системой конструкторско-технологической подготовки производства на предприятиях машиностроения в условиях использования PDM-системы: дис. канд. техн. наук: 05.02.22/ И.Г. Абрамова; - Самара, 2008. – 185с.

38. Бирбраер Р.А. Методология реорганизации систем технической подготовки производства на основе моделей инженерного консалтинга: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.02.22. – Рос. Гос. Технологический ун-т им. К.Э. Циолковского (МАТИ). – М., 2009. – 35 с.

39. Боева Л.М. Моделирование и выбор рациональных направлений модернизации АСУ металлургического производства на основе разработки информационной системы принятия решений: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.13.06. – Старый Оскол, 2002. – 21 с.

40. Камакин В.А. Методология построения автоматизированных корпоративных информационных систем поддержки авиационного производства на основе управления затратами. Диссертация доктора технических наук 05.13.06. Рыбинск: 2007. 340 с.

41. Плющенко Р.А. Исследование и разработка методов и средств интеграции информационно-программных систем управления предприятием. Диссертация кандидата технических наук 05.13.06. М.: 2006. – 135 с.

42. Думлер Е.Б. Повышение эффективности многономенклатурного производства на основе моделирования автоматизированного проектирования технологического оборудования : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.13.06 «Автоматизация и

управление технологическими процессами и производствами» / Е.Б. Думлер ; МГТУ «Станкин», – М., 2007. – 21 с.

43. Кошкин К.В. Управление проектами и организация виртуальных производств в судостроении : дис. докт. техн. наук : 05.13.22 / К.В. Кошкин; Украинский гос. морской технический ун-т им. адмирала Макарова. – Николаев, 2001. – 354 с.

44. Нечалова Л.В. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень технічного переоснащення машинобудівного підприємства: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук.: спец. 05.13.06 «Інформаційні технології» / Л.В. Нечалова; ДНУ. – Донецьк, 2011. – 20с.

45. Балтовський О.А. Методи і моделі адаптивного автоматизованого управління функціонуванням та розвитком промислових підприємств: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. техн. наук.: спец. 05.13.06 «Інформаційні технології» / О.А. Балтовський; ХНТУ. – Херсон, 2009. – 36с.

46. Павленко П. Н., Заклевский Д. Е. Внедрение CALS-технологий в промышленность Украины // Оборудование и инструмент для профессионалов. — 2003. — № 8 (43). — С. 58—61.

47. Яблочников Е.И. ИПИ – технологии в приборостроении/ Яблочников Е.И., Молочник В.И., Миронов А.А.; ИТМО. – Санкт-Петербург, 2008.- 128с.

48. Олигин-Нестеров В.И. Эффективность управленческого труда в промышленном производстве. – М.: Экономика, 1965. – 183 с.

49. Герасимчук В.Г. Діагностика потенціалу підприємства: Кокуренто-спроможність галузі, зовнішнє середовище // В.Г. Герасимчук Стратегічне управління підприємством. Графічне моделювання: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2000. – С. 64–90.

50. Кульга К.С. Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным и машиностроительным производством:

монография. / К.С. Кульга, И.А. Кривошеев. – М.: Машиностроение, 2011. – 377 с.

51. Очередыко С.А. Глобальная трансформация промышленного бизнеса и новая концепция управления жизненным циклом изделия/ С.А Очередыко // Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса. – К.: Техника, 2001. – С.626-646.

52. Мухин А.В. Новая концепция организации промышленного производства/ А.В. Мухин // Промышленность России. – 2000. – №6(38). – С. 33-41.

53. Автоматизация промышленных процессов в машиностроении/Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; под ред. Н.М. Капустина. – М.: Высш. школа, 2004. – 415 с.

54. Kestelyn J/ The future of enterprise Applications// Intelligent enterprise, 2003. – April. – P.27-39.

55. Пономарев В.М. Системное проектирование интегрированных производственных комплексов./ Пономарев В.М. – Л.: Машиностроение, 1986. – 319 с.

56. Артюшин Л.М. Теория автоматического управления/ Артюшин Л.М., Машков О.А., Сивов Н.С. – К.: КИВВС, 1995. – 628 с.

57. Barker R. CASE Method. Entity-Relationship Modeling. – Addison-Wesley Publishing, 1990. – 212 p.

58. Климов В.Е Реинжиниринг процессов проектирования и производства/ В.Е. Климов, В.В. Клишин // Автоматизация проектирования. – 1996. – №1. – С. 37-41.

59. Клир Дж. Систематология. Автоматизация решения системных задач: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.

60. Месарович М., Такахара И. Общая теория систем. Математические основы / М. Месарович, И. Такахара. – М.: Мир, 1978. – 310 с.

61. Автоматизированное проектирование информационно-управляющих систем. Проектирование экспертных систем на основе системного

моделирования/ Г.Г. Куликов, А.Н. Набатов, А.В. Речкалов и др. – Уфа: УГАТУ, 1998. – 222 с.

62. Павленко П.М. Формалізація процесів управління в інформаційному середовищі автоматизованих систем виробничого призначення / П.М. Павленко // Вісн. Черкас. Держав. Технолог. Ун-ту. – 2004. – №4. – С. 122-127.

63. Репин В.В. Процессный поход к управлению: Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елифиров. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 245 с.

64. Репин В.В. ARIS Toolset / В.В. Репин, С.В. Маклаков// ВРWin: выбор за аналитиком/ Компьютер пресс. – 2002. – №1. – С. 24-31.

65. Андерсен Берн. Бизнес процессы/ Берн Андерсен // Инструменты совершенствования. – М.: РИА «Стандарты качества», 2003. – С. 12-22.

66. Друкер Питер Ф. Задачи менеджмента в XXI веке: пер с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 354 с.

67. Фатхутдинов Р.А. Производственный менеджмент: Ученик для вузов. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 447 с.

68. Елифиров В.Г., Репин В.В. Бизнес процессы: Регламентация и управление: Ученик / В.Г. Елифиров, В.В. Репин. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 319 с.

69. Абрамова И.Г. Основы организации и управления технической подготовкой производства / Учебное пособие.: Самарский ГА Унив-ет Самара, 2007. – 92 с.

70. Абрамова И.Г. Объектно-ориентированные модели конструкторско-технологической подготовки производства / И.Г. Абрамова // Вестник САМГУ, естественнонаучная серия, 2008. – №6(65). – С.12-19.

71. Марка Д.А. Методология структурного анализа и проектирования / Д.А. Марка, К. Мак-Гоуэн. – М.: МИФИ, 1993. – 145 с.

72. ГОСТ 2.503-90 ЕСКД «Правила внесения изменений»

73. Зильбербург Л.И. Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении/ Л.И. Зильбербург, В.И. Молочник, Е.И. Яблочников. – СПб: «Компьютербург», 2003. -152 с.
74. Информационные технологии управления: Учебное пособие для вузов/ Под ред. проф. Г.А. Титаренко. –М.: ЮНИТИ. – ДАНА, 2002. – 280 с.
75. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ: Учеб. Пособие / Ю.П. Сурмин. – К.: МАУП, 2003. – 368 с.
76. Девид М., Мак-Гоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования / Пер. с англ. – М.:МИФИ, 1993. – 240 с.
77. Каплан Роберт, Нортон Дейвид П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – 2-е изд., испр. и доп./Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2006. – 320 с.
78. Каплан Роберт, Нортон Дейвид П. Организация, ориентированная на стратегию. Как в новой бизнес среде преуспевают организации, применяющие сбалансированную систему показателей./ Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 416 с.
79. Каплан Роберт, Нортон Дейвид П. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты./ Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 512 с.
80. Пол Р. Нивен. Сбалансированная система показателей. Шаг за шагом./ Пер. с англ. – Днепропетровск.: баланс Бизнес Букс, 2004. – 328 с.
81. Прайснер Андреас. Сбалансированная система показателей в маркетинге и сбыте/ Андреас Прайснер. – М.: Издательский дом Гребенщикова, 2007. – 304 с.
82. Гнатієнко Г.М. Експертні технології прийняття рішень: Монографія/ Г.М. Гнатієнко В.Є. Снитюк. – К.ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.
83. Петров К.Э. Компараторная структурно-параметрическая идентификация моделей скалярного многофакторного оценивания: Монография / К.Э. Петров, В.В. Крючковский. – Херсон: Олдиплюс, 2009. – 294с.

84. Панкова Л.А. Организация экспертизы и анализ экспертной информации. / Л.А. Панкова, А.М. Петровский, М.В. Шнейдерман. – М.: Наука, - 1998. – 120 с.
85. Большев Л.Н. Таблицы математической статистики/ Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – М.: Наука, 1983. – 416 с.
86. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика: учебное пособие / М.Б. Лагутин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 472 с.
87. Беклемишев Д.В. Аналитическая геометрия и линейная алгебра/ Д.В. Беклемишев. – М.: Высшая школа, 1998. – 320с.
88. Болтянский В.Г. Оптимальное управление дискретными системами/ В.Г. Болтянский. – М.: Наука, 1973. – 446с.
89. Кострикин А.И., Манин Ю.И. Линейная алгебра и геометрия. – М.: Наука, 1986. – 304 с.
90. Шафаревич И.Р., Ремизов А.О. Линейная алгебра и геометрия / И.Р. Шафаревич, А.О. Ремизов. – М.: Физматлит, 2009. – 511 с.
91. СТП 05749180-575-00. Система качества. Порядок управления производством.
92. Грабовецкий Б.С. Економічне прогнозування і програмування: навчальний посібник / Б.С. Грабовецкий. Вінниця: ВДТУ, 2001. – 163с.
93. Коваленко И.И. Экспертные оценки в управлении инновационными проектами / И.И. Коваленко, С.В. Драган, М.А. Рыхальский. – Николаев: НУК, 2007. – 168с.
94. Крючковский В.В. Интроспективный анализ. Методы и средства экспертного анализа: Монография/ В.В. Крючковский, Э.Г.Петров, Н.А.Соколова, В.Е. Ходаков; под ред. Э.Г.Петрова. – Херсон: Гринь Д.С., 2011. – 168 с.
95. Адамов А.П. Об определении компетентности экспертов методом взаимооценки / А.П. Адамов, Ю.А. Гаджиев, А.Н. Соцкая // Автоматика и телемеханика. – 1989. - №3. – С. 185 – 189.

96. Павленко П.Н. Автоматизация функций ТПП при эксплуатации станков с ЧПУ/ П.Н. Павленко // Проблемы экономического управления техническим развитием предприятий промышленности. – К.: ИЭ АН УССР, 1990. – С.87 – 91.

97. Робсон М., Уллах Ф. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов: пер. с англ. – М.: ДМК, 2000. – 432 с.

98. Шеер А.В. Бизнес-процессы. Основные понятия. Теория. Методы/ А.В. Шеер. – М.: Весть-МетаТехнология, 1999. – 234 с.

99. Каменнова М.С. Моделирование бизнеса. Методология ARIS / М.С. Каменнова, А.И. Громов, М.М. Ферапонтов, А.Е. Шматалюк. – М.: Весть-МетаТехнология, 2001. – 124 с.

100. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Б. Андерсен. – М.: РИА Стандарты и качество, 2003. – 123 с.

101. Робсон М. Реинжиниринг бизнес-процессов: Практическое руководство / М. Робсон, Ф. Уллах. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 156 с.

102. Ойхман Е.Г. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информационные технологии / Е.Г. Ойхман, Э.В. Попов. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 243 с.

103. Р 50.1.028-2001. Методология функционального моделирования. М.: Госстат России, 2000. – 47 с.

104. Окулевский В.А. Функциональное моделирование – методологическая основа реализации процессного подхода / В.А. Окулевский. – М., 2001. – 30 с.

105. Шматалюк А. Моделирование бизнеса. Методология ARIS / А.Е. Шматалюк, М.М. Ферапонтов, А.И. Громов, М.С. Каменнова. М.: Весть-Метатехнология, 2001. – 321 с.

106. Войнов И.В. Моделирование экономических систем и процессов. Опыт построения ARIS-моделей / И.В. Войнов, С.Г. Пудовкина, А.И. Телегин. Челябинск: ЮУрГУ, 2002. – 396 с.

107. Шеер А.В. Моделирование бизнес-процессов / А.В. Шеер. М.: Весть-МетаТехнология, 2-е издание, 2000. – 345 с.
108. Йордан Э. Структурные модели в объектно-ориентированном анализе и проектировании / Э. Йордан, К. Аргила. – М.: ЛОРИ, 1999. – 264 с.
109. Государственная аналитическая система оптимизации государственных функций и услуг подсистема моделирования и оптимизации ARIS. М.: Москва, Закрытое акционерное общество «Астерос», 2010. – 45 с.
110. Инструментарий ARIS. Методы. Руководство пользователя, версия 4.0. М.: Логика Бизнеса, 2001. – 245 с.
111. Месарович М. Общая теория систем. Математические основы / М. Месарович, И. Такахара. М.: Мир, 1978. – 310 с.
112. Лелюк В.А. Совершенствование бизнес-систем. Методы, инструментарий, опыт: учебн. пособие. Пер.с укр./ В. А. Лелюк, А. В. Лелюк, Н. П. Пан; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. - Х: ХНАГХ, 2011. - 438 с.
113. Жук К.Д., Тимченко А.А., Доленко т.И. Исследование структуры и моделирование логико-динамических систем / К.Д. Жук, А.А. Тимченко, Т.И. Доленко. – К.: Наук. Думка, 1975. – 197 с.
114. Фрэнк Харари. Теория графов. Едиториал УРСС, 2003. – 396 с.
115. Ловас Л. Прикладные задачи теории графов. Теория паросочетаний в математике, физике, химии / Л. Ловас, М. Пламмер. М.: Мир, 1998. – 653 с.
116. Берж К. Теория графов и ее применения / К. Берж. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 318 с.
117. Мильнер Б.З. Теория организации. Издание второе, переработанное и дополненное / Б.З. Мильнер. М.: ИНФРА-М, 2000 . – 655 с.
118. Васуленко П.П. Математическое моделирование производственных процессов / П.П. Васуленко. – М.: Физматгиз. – 1963. – 150 с.
119. Никитин А., Дмитриев С. PDM в вопросах и ответах / А. Никитин, С. Дмитриев // САПР и графика. – 2003. - №5. – С. 12 – 15.
120. Конвисар Е. Организационные аспекты выбора САПР / Е. Конвисар // САПР и графика. – 2004. - №5. – С. 30 – 34.

121. Межотраслевые укрупненные нормативы времени на разработку конструкторской документации. М.: Центральное бюро нормативов по труду министерства труда и социальных вопросов СССР. – 1991. – 34 с.

122. Бочаров В.В. Финансовый анализ. Краткий курс / В.В. Бочаров. М.: Питер, 2009. – 240 с.

123. Ионова А.Ф. Финансовый анализ. Управление финансами: Учебное пособие / А.Ф. Ионова, Н.Н. Селезнёва. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 639 с.

124. Поляк Г.Б. Финансовый менеджмент: Учебник для вузов / Г.Б. Поляк. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 527 с.

125. Петрова Л.В., Игнатущенко Н.А., Фролова Т.П. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности: Учебное пособие для вузов / Л.В. Петрова, Н.А. Игнатущенко, Т.П. Фролова. Издательство Московского государственного открытого университета, 2009. – 119 с.

126. Кузнецов Б.Т. Математические методы финансового анализа: учебное пособие / Б.Т. Кузнецов.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 159 с.

127. Артюшин В.В. Финансовый анализ. Инструментарий практика: учебное пособие / В.В. Артюшин.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. - 120 с.

128. Швецкая В.М., Головкин Н.А. Бухгалтерский учет: Учебник для студентов средних специальных учебных заведений / В.М. Швецкая, Н.А. Головкин. М.: Альпина, 2008. – 416 с.

129. Касьянова Г. Учет - 2013: бухгалтерский и налоговый / Г. Касьянова. М.: АБАК, 2013. -880 с.

130. Молчанов В.С. Бухгалтерский учет за 14 дней. Экспресс-курс / В.С. Молчанов. М.: ПИТЕР, 2008. – 45 с.

131. Павленко П.М. Формалізація процесів управління в інформаційному середовищі автоматизованих систем виробничого призначення // вісн. Черк. Держ. Технолог. Інституту. -2004. -№4 - С. 122-127.

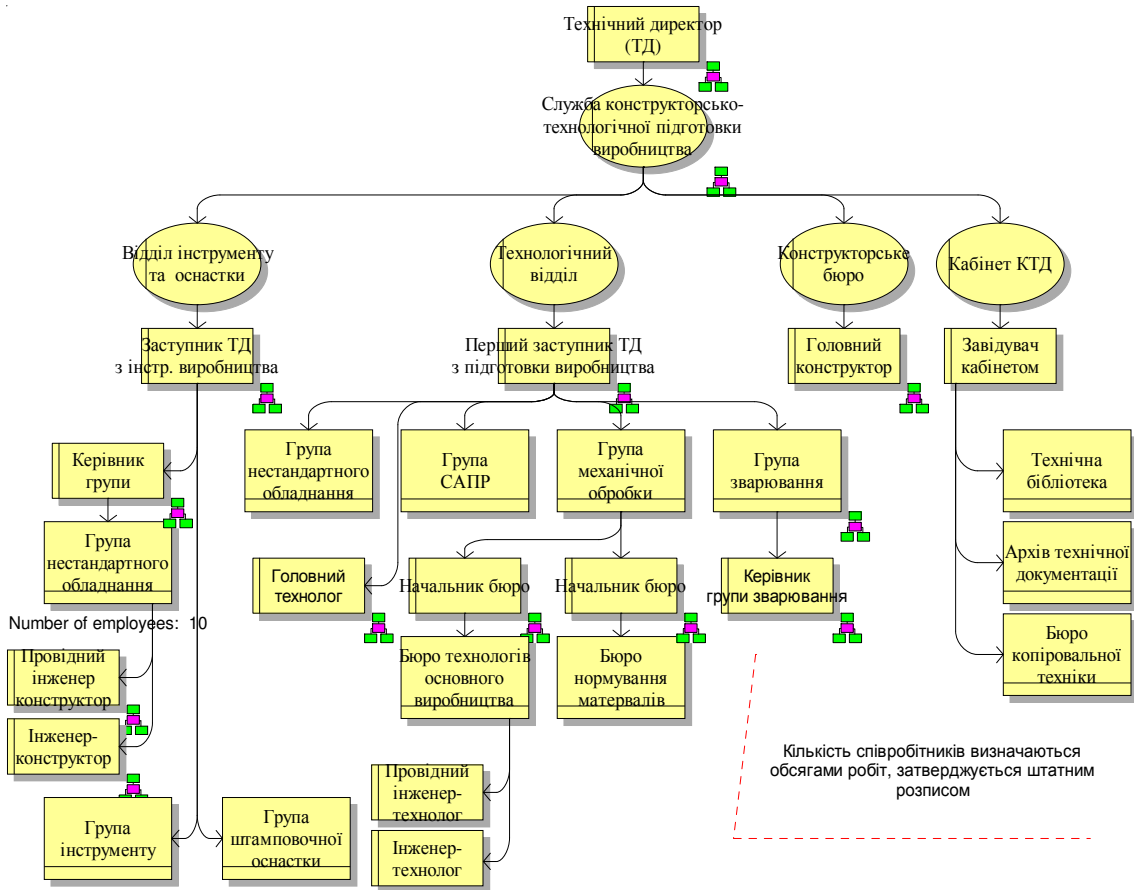
132. Шеннон К. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / К. Шеннон. М.: Мир, 1978. – 410 с.

133. Ойхман Е.Г. Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг организаций и проектирование сложных систем / Е.Г. Ойхман, Е.В. Попов. – М.: Наука, 1982. – 280 с.
134. Ситник В.Ф. Імітаційне моделювання: Навч. Посібник / В.Ф. Ситник, Н.С. Орленко. – К.: КНЕУ, 1998. – 232 с.
135. Моделювання систем: підручник / В.М.Томашевський. - К.: ВНМ, 2005. – 352 с.
136. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: Практикум: учебное пособие/ В. И. Варфоломеев. – М.: Финансы и статистика, 2004. - 264 с.
137. Жлуктенко В.І. Теорія ймовірностей і математична статистика / В.І. Жлуктенко, С.І. Наконечний, С.С. Савіна.: Навч.-метод. посібник: У 2-х ч. — Ч. II. Математична статистика. — К.: КНЕУ, 2001. — 336 с.
138. Жлуктенко В.І., Наконечний С.І. Теорія ймовірностей і математична статистика / В.І. Жлуктенко, С.І. Наконечний.: Навч.-метод. посібник. У 2 ч. — Ч. I. Теорія ймовірностей. — К.: КНЕУ, 2000. — 304 с.
139. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368с.
140. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: Учеб. Пособие / Н.Б. Кобелев. – М.: Дело, 2003. – 336с.
141. Экономическое моделирование в Microsoft Excel: пер. с англ / Д.Х. Мур, Л.Р. Уэдерфорд. – 6-е изд.. – М. – СПб. – К.: Вильямс, 2004. – 102с.
142. Имитационное моделирование / А.М. Лоу, В.Д. Кельтон. – 3-е изд. - СПб.: Питер, 2004. – 847 с.
143. Петров В. Н. Информационные системы / В. Н. Петров. СПб.: Питер, 2003. — 688 с: ил.
144. Лешек А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML / А. Лешек Л. Мацяшек.: Вильямс, 2002. – 432 с.

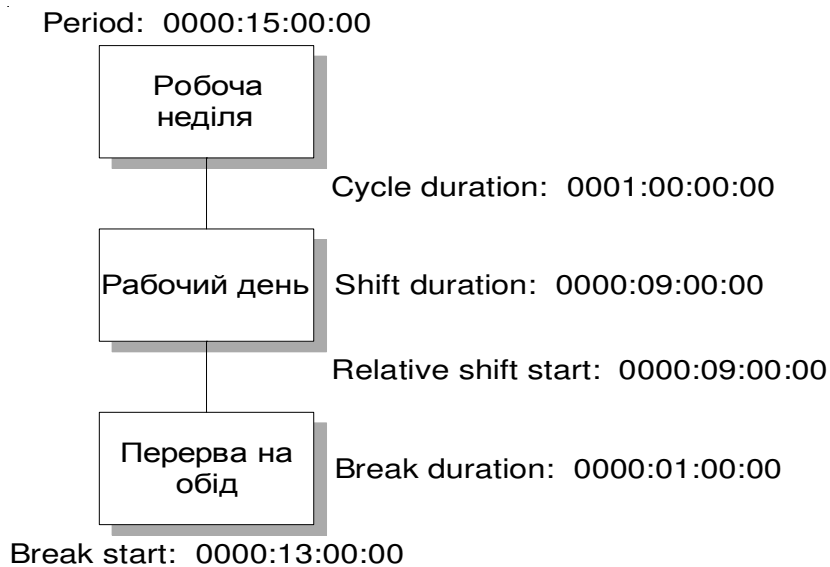
145. Грекул В. И. Проектирование информационных систем / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина. М.: Интернет-Ун-т Информ технологий, 2005. – 304 с.
146. Смирнова Г. Н. Проектирование экономических информационных систем / Г. Н. Смирнова.: Финансы и статистика, 2008. – 456 с.
147. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем / А.М. Вендров.: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. М., Финансы и статистика, 2006. – 544 с.
148. Бурков А.В. Проектирование информационных систем / А.В. Бурков.: Марийский государственный университет, 2009. – 356 с.
149. Гвоздева Т.В., Баллод Б.А. Проектирование информационных систем / Т.В. Гвоздева, Б.А. Баллод.: Феникс, 2009. – 519 с.
150. Мишенин А.И. Теория экономических информационных систем / А.И. Мишенин.: Финансы и статистика, 2002. – 367 с.
151. Яковлев А.В. Надежность информационных систем / А.В. Яковлев.: Муром, 2004. – 234 с.
152. Воронин А.А. Надежность информационных систем / А.А. Воронин.: СПбГТУ, 2001. – 387 с.

ДОДАТКИ

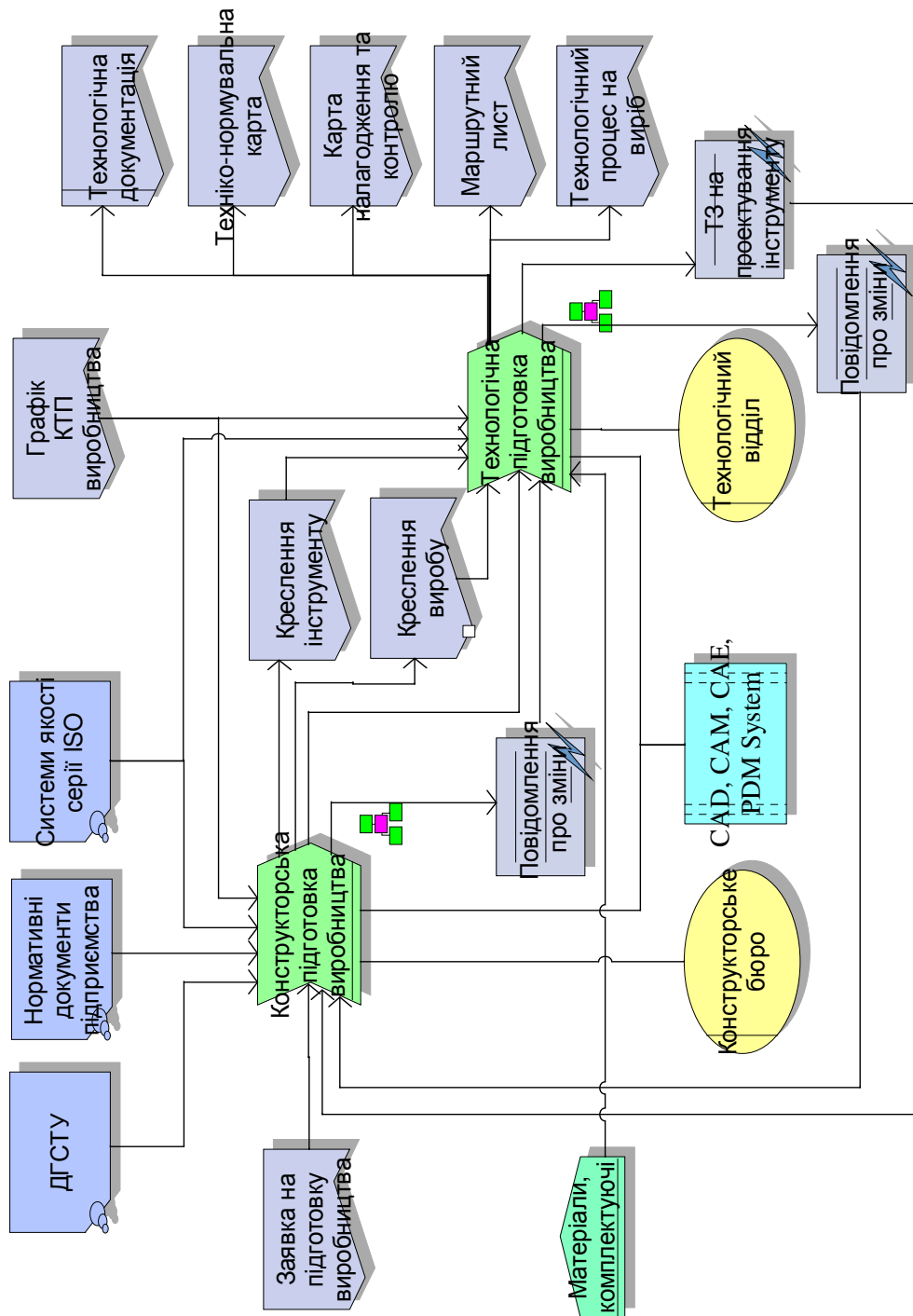
Організаційна модель технологічної підготовки виробництва



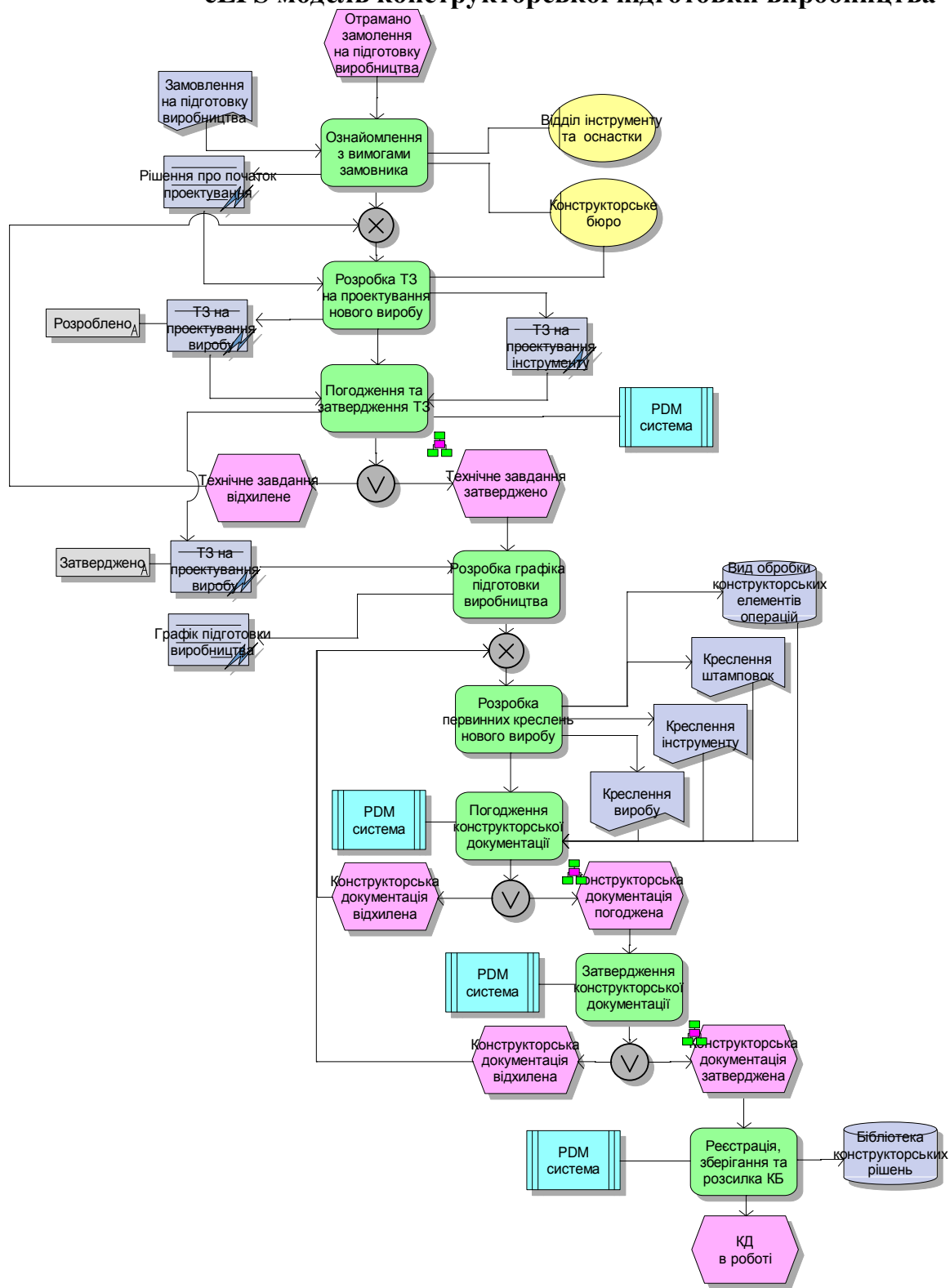
Графік змін



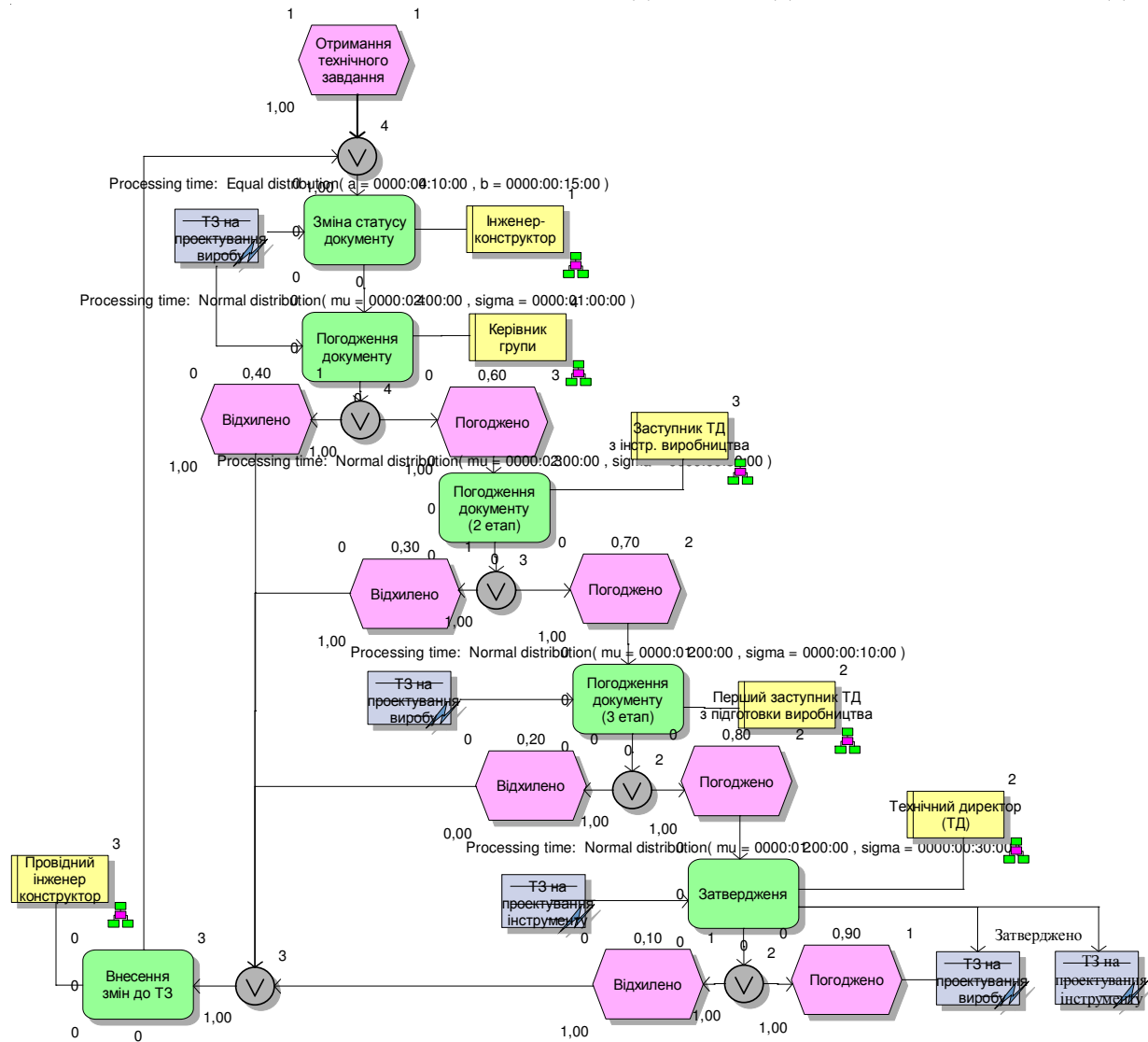
Діаграма доданої вартості процесу технологічної підготовки виробництва



eEPS модель конструкторської підготовки виробництва



eEPS модель погодження технічного завдання

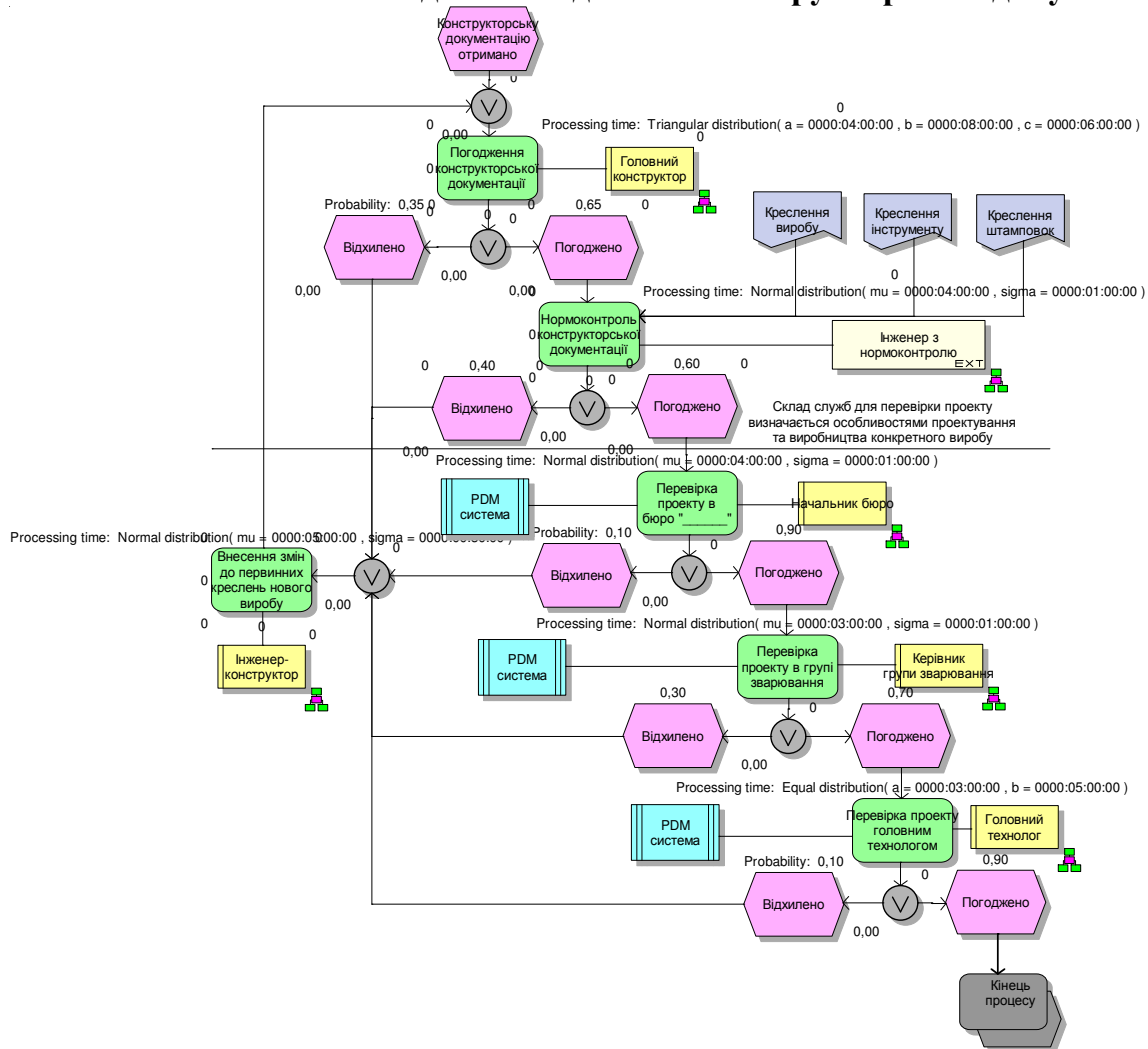


Таблиця Г.1.

Характеристики операцій процесу погодження технічного завдання

№	Операції	Закон розподілення t_p	Характеристики законів розподілення		Ймовірність переходу до наступної операції	
			a / μ , год.	b / σ , год.	так	ні
1	Зміна статусу документу	Дискретне рівномірне	0,16	0,25	1	0
2	Погодження документу	Нормальне	2	1	0,6	0,4
3	Погодження документу 2	Нормальне	2	0,5	0,7	0,3
4	Погодження документу 3	Нормальне	1	0,17	0,8	0,2
5	Затвердження документу	Нормальне	1	0,5	0,8	0,2
6	Внесення змін до ТЗ	Рівномірне	2	4	1	0

eEPS модель погодження конструкторської документації

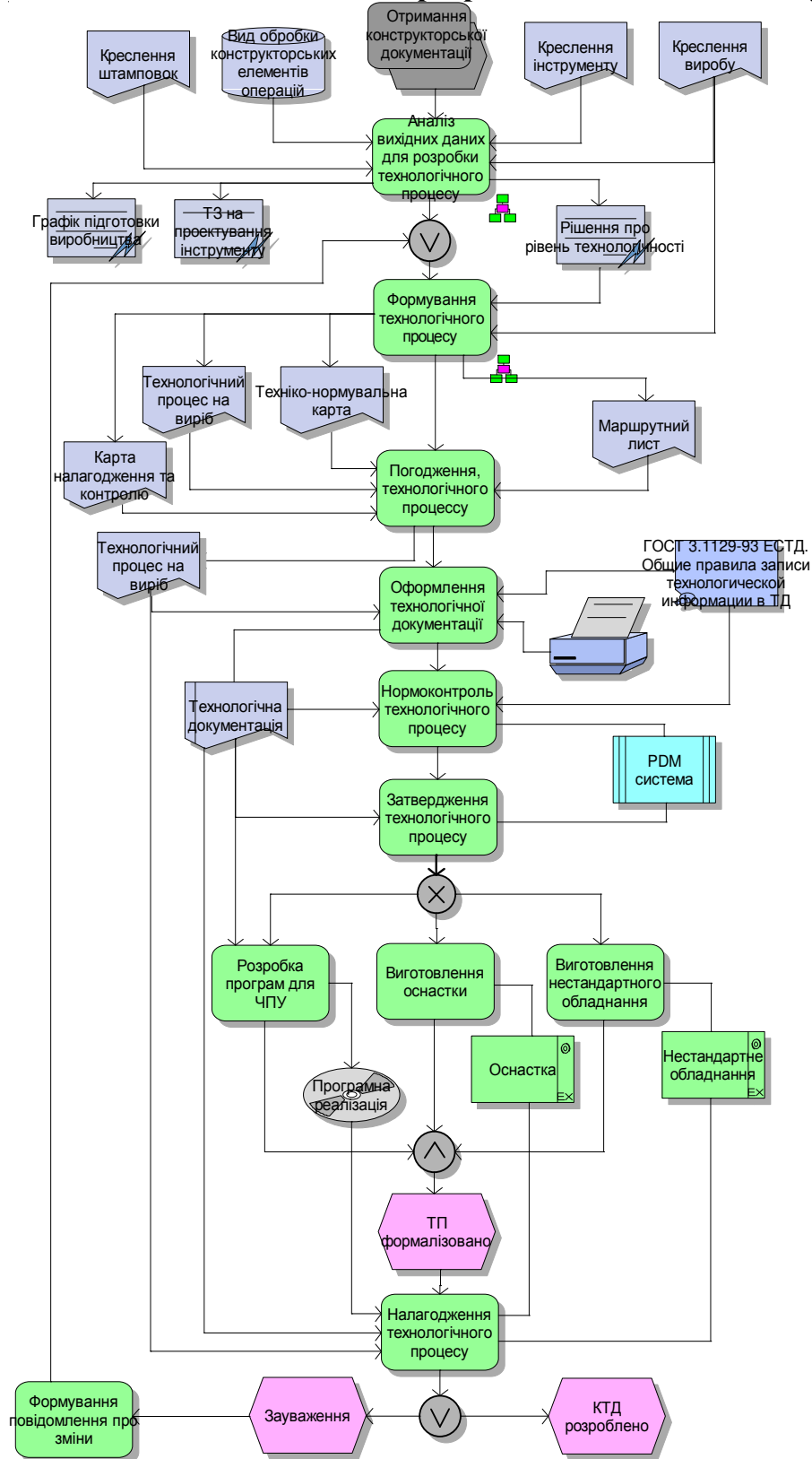


Таблиця Д.1.

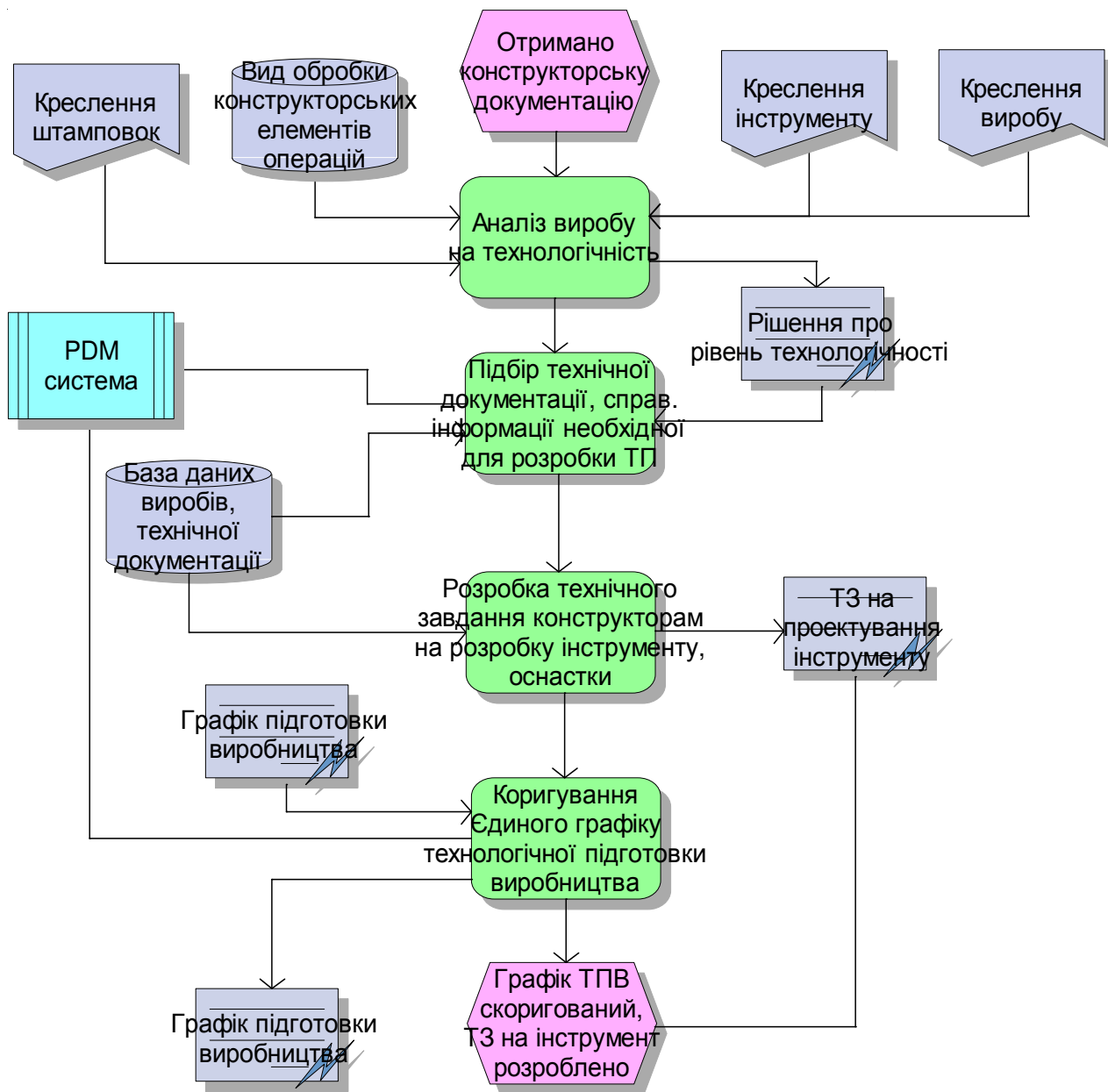
Характеристики операцій процесу погодження конструкторської документації

№	Операції	Закон розподілення t_p	Характеристики законів розподілення		Ймовірність переходу до наступної операції	
			a/b/c год.	μ/σ , год.	так	ні
1	Погодження КД	Трикутникове	4/8/6		0,65	0,35
2	Нормоконтроль КД	Нормальне	-	4/1	0,6	0,4
3	Перевірка КД в бюро	Нормальне	-	4/1	0,9	0,1
4	Перевірка КД в групі зварювання	Нормальне	-	3/1	0,7	0,3
5	Перевірка КД головним технологом	Рівномірне	3/5	-	0,9	0,1
6	Внесення змін до первинних креслень	Нормальне	-	5/0,5	1	0

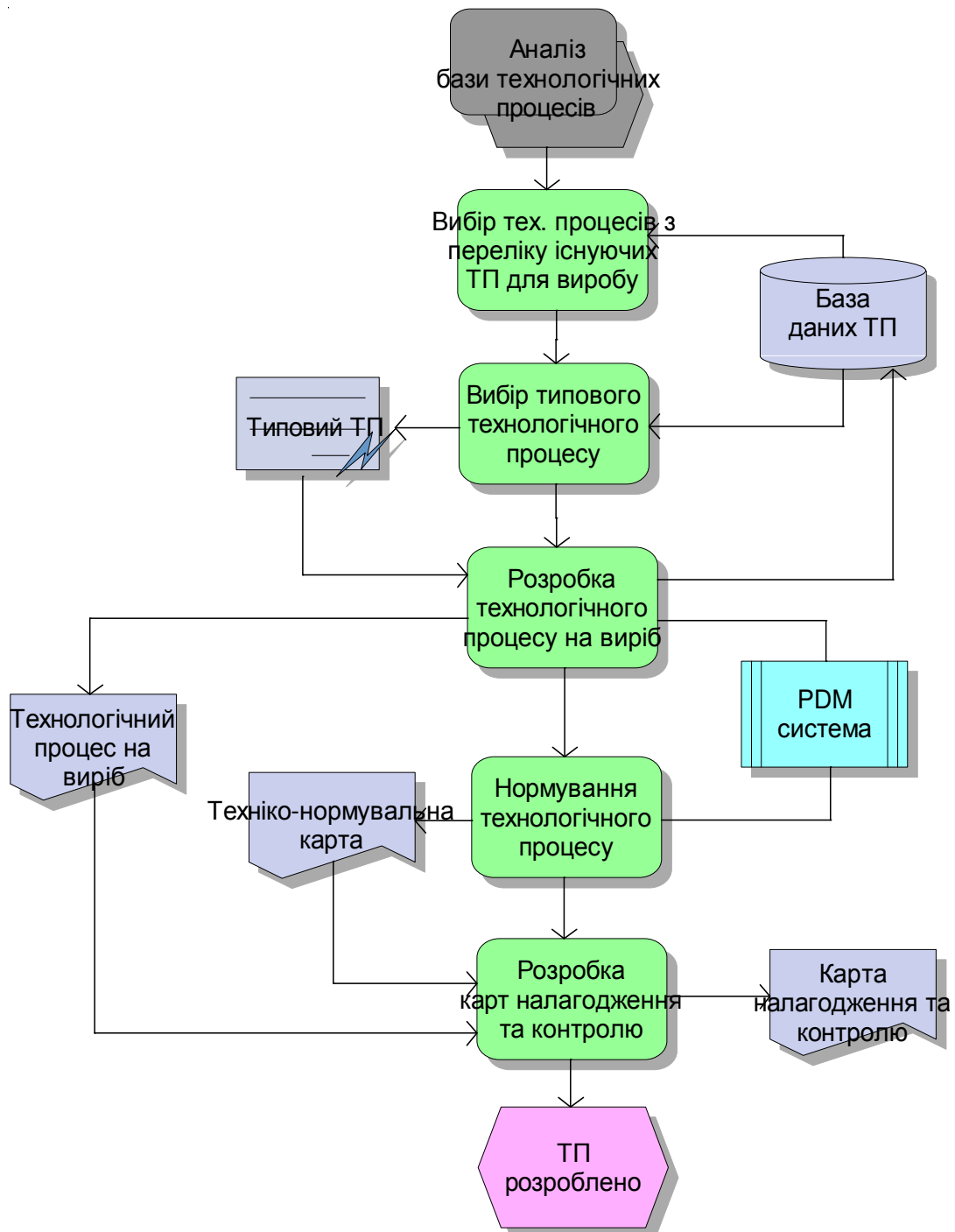
eEPS модель розробки технологічної документації



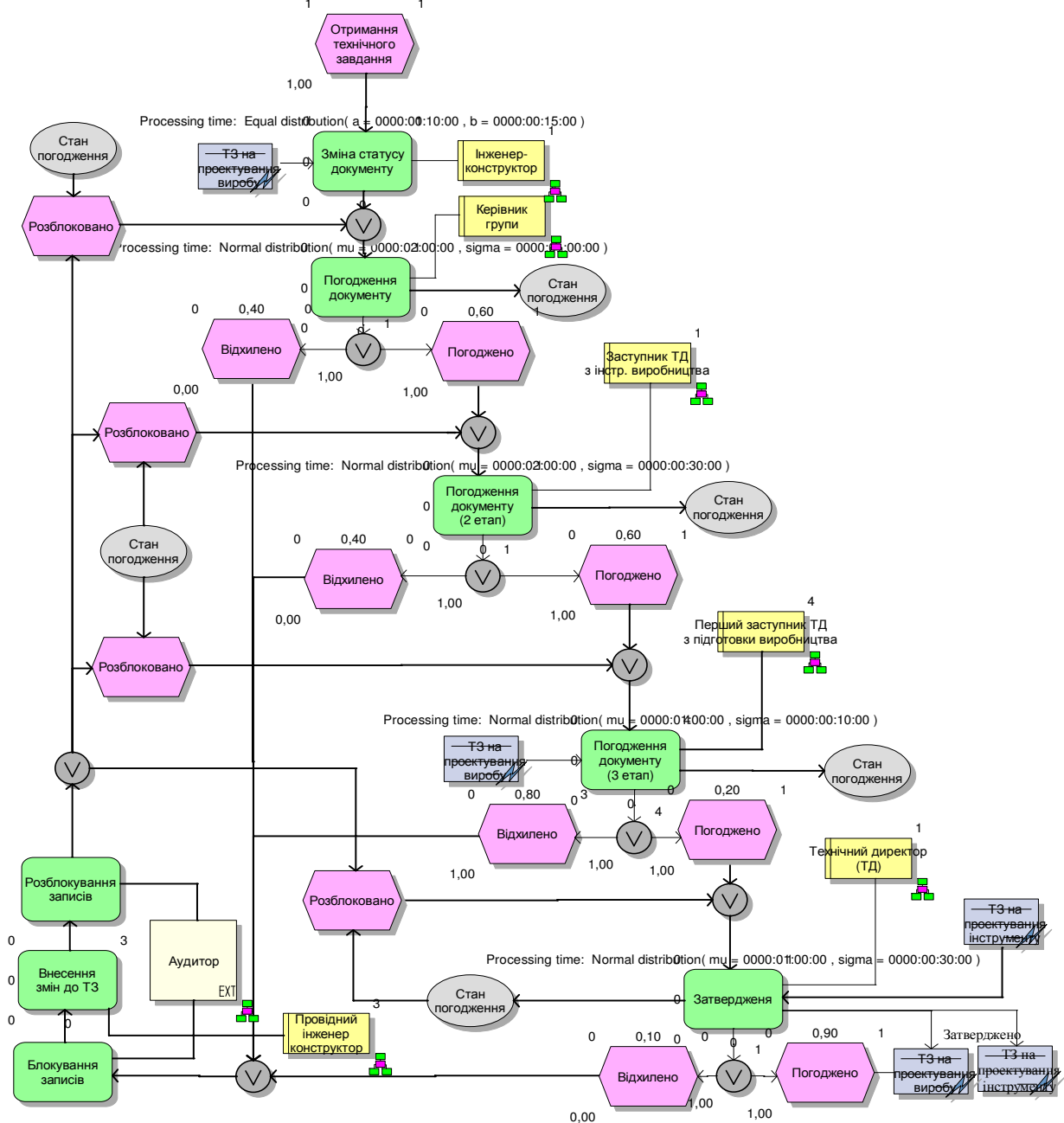
eEPS модель аналізу вихідних даних для розробки технологічного процесу



eEPS модель формування технологічного процесу



Додаток К
eEPS модель погодження технічного завдання з блокуванням записів аудитором (документ повертається на етап, з якого він був відхилений)

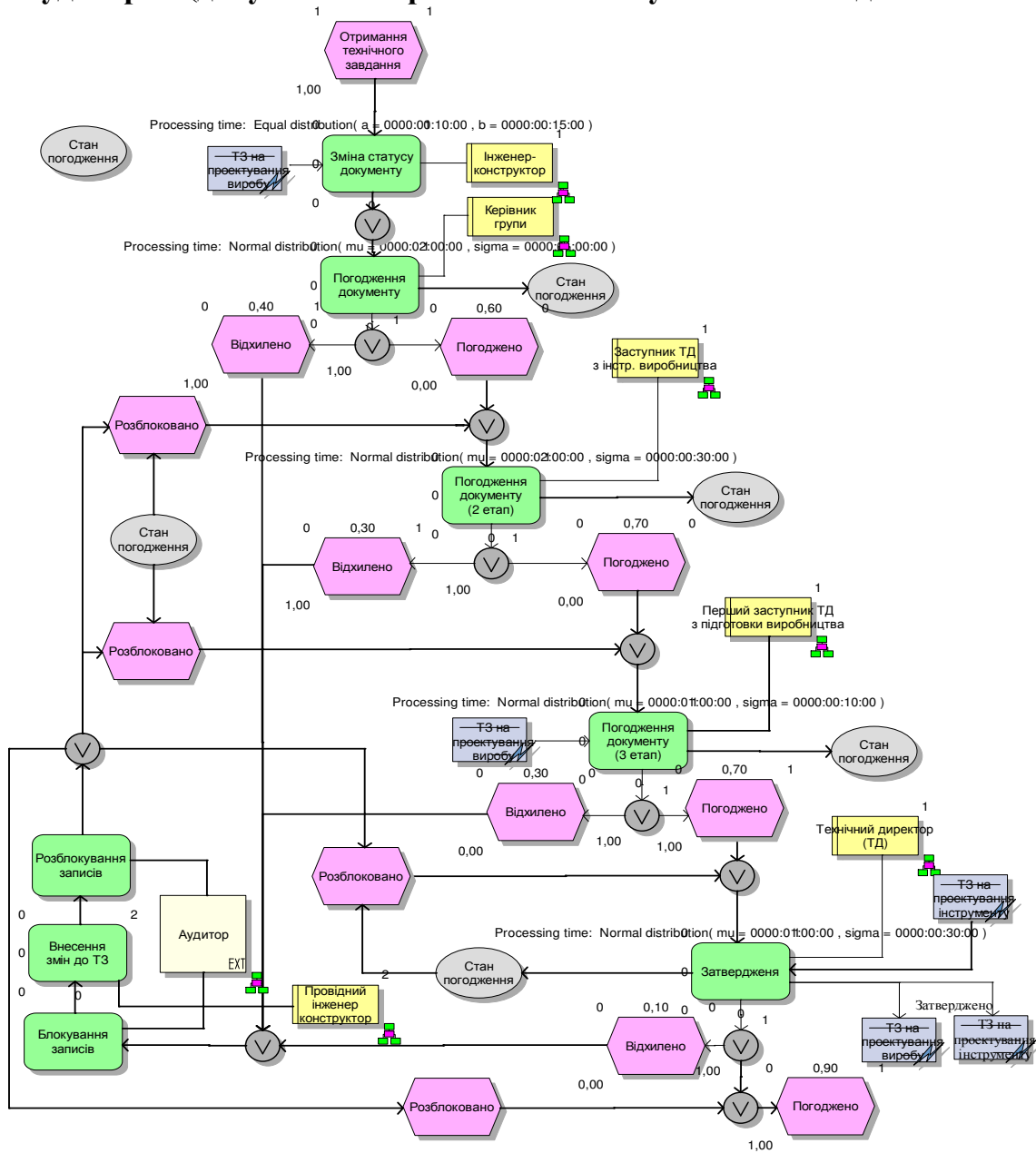


Таблиця К.1.

Характеристики операцій процесу погодження технічного завдання

№	Операції	Закон розподілення t_p	Характеристики законів розподілення		Ймовірність переходу до наступної операції	
			a, год.	b, год.	так	ні
1	Блокування записів	Рівномірне	0,08	0,5	1	0
2	Розблокування записів	Рівномірне	0,08	0,17	1	0

eEPS модель погодження технічного завдання з блокуванням записів аудитором (документ повертається на наступний після відхилення етап)



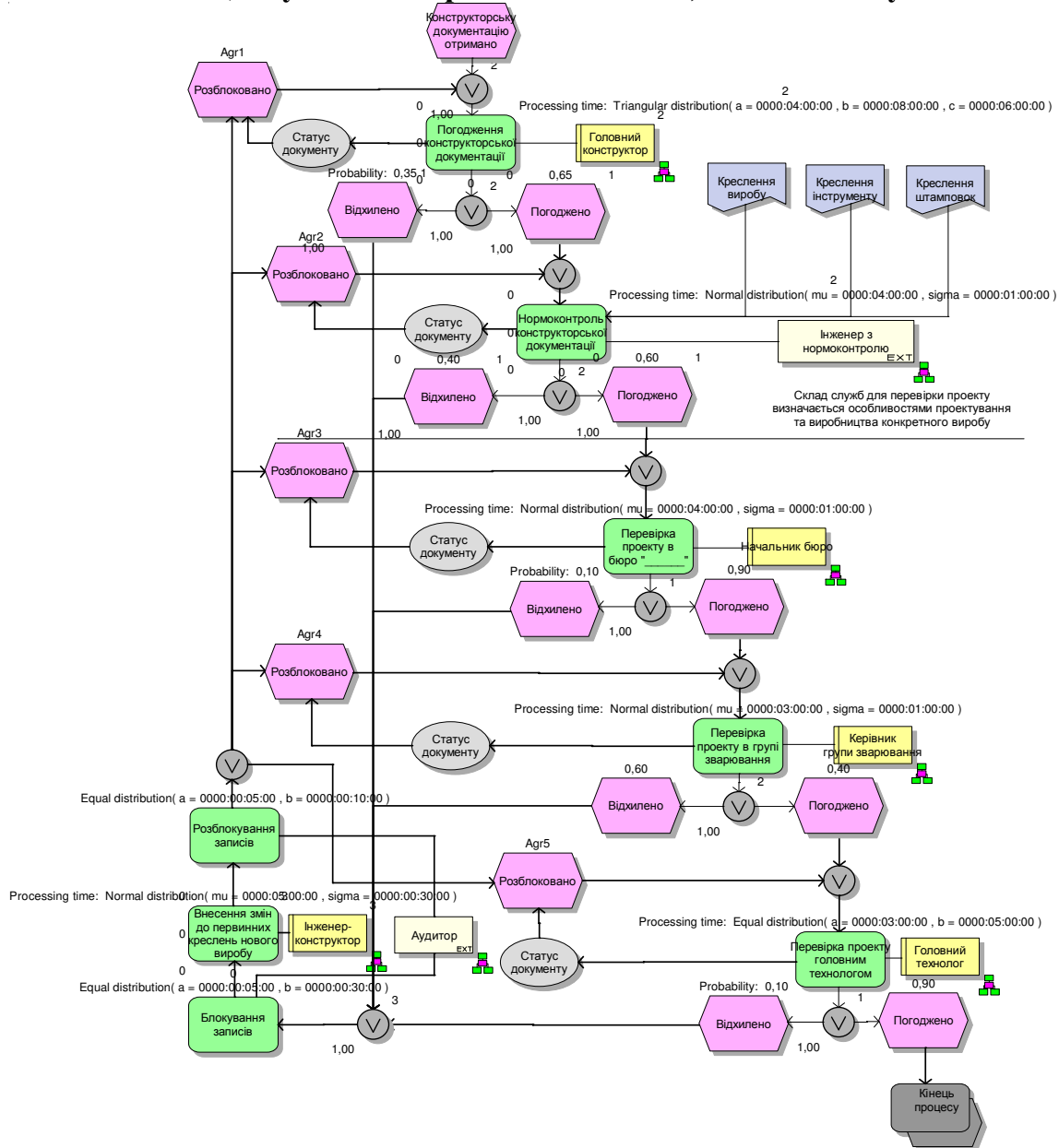
Таблиця Л.1.

Характеристики операцій процесу погодження технічного завдання

№	Операції	Закон розподілення t_p	Характеристики законів розподілення		Ймовірність переходу до наступної операції	
			a, год.	b, год.	так	ні
1	Блокування записів	Рівномірне	0,08	0,5	1	0
2	Розблокування записів	Рівномірне	1	3	1	0

Додаток М

eEPS модель погодження конструкторської документації з блокуванням записів аудитором (документ повертається на етап, з якого він був відхилений)

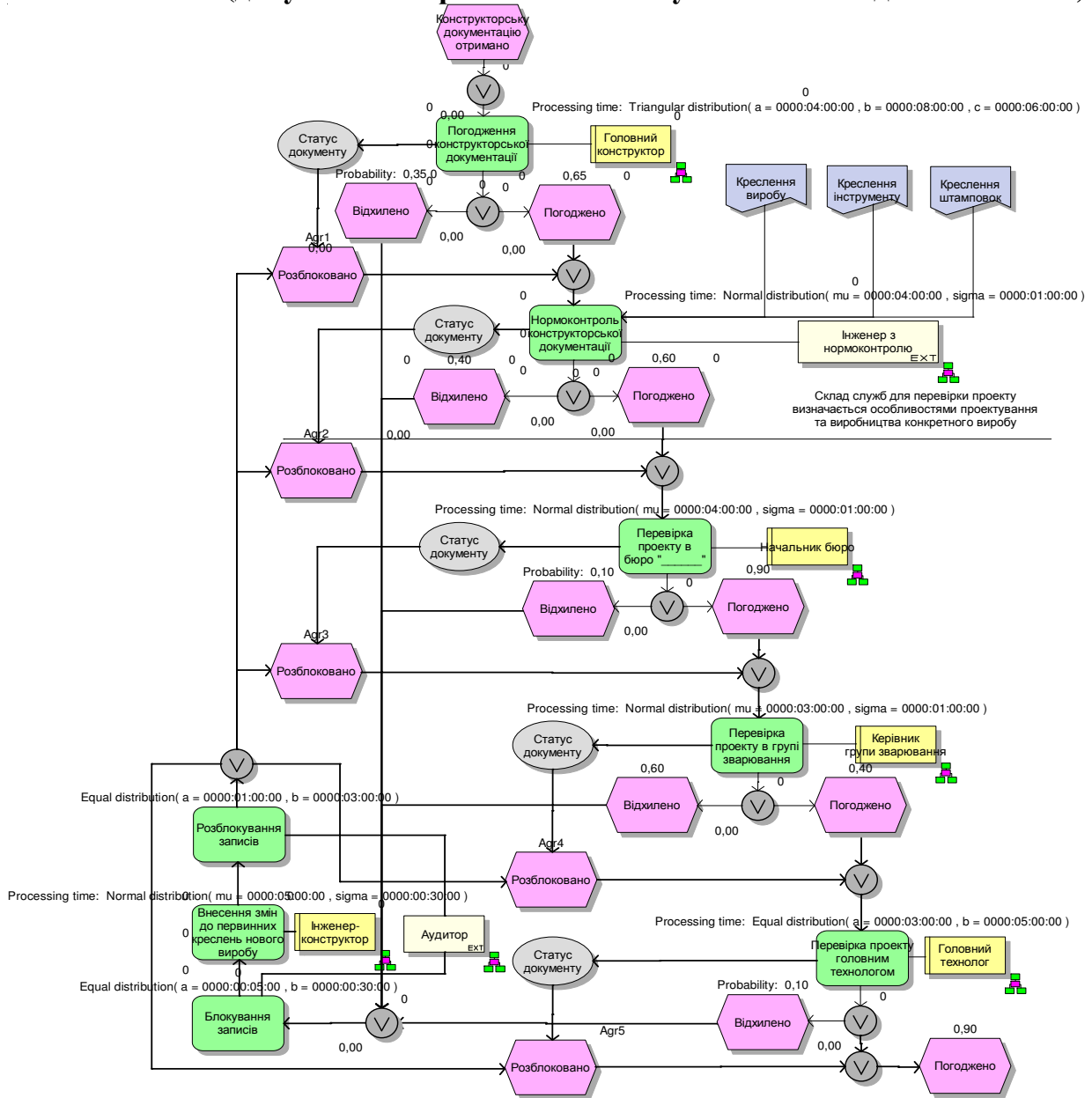


Таблиця М.1.

Характеристики операцій процесу погодження КД

№	Операції	Закон розподілення t_p	Характеристики законів розподілення		Ймовірність переходу до наступної операції	
			a, год.	b, год.	так	ні
1	Блокування записів	Рівномірне	0,08	0,5	1	0
2	Розблокування записів	Рівномірне	0,08	0,17	1	0

Додаток Н
eEPS модель погодження конструкторської документації з блокуванням
записів аудитором
(документ повертається на наступний після відхилення етап)



Таблиця Н.1.
 Характеристики операцій процесу погодження КД.

№	Операції	Закон розподілення t_p	Характеристики законів розподілення		Ймовірність переходу до наступної операції	
			a, год.	b, год.	так	ні
1	Блокування записів	Рівномірне	0,08	0,5	1	0
2	Розблокування записів	Рівномірне	1	3	1	0

Фрагмент програмного коду, що реалізує розроблений метод в межах автоматизованого робочого місця керівника

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;

namespace ARM_USER
{
    public partial class Frm_User : Form
    {
        Int32 countPerson = 0;
        List<double> PercentPerson = new List<double>(); //0.00
        List<double> CVK_motiv = new List<double>(); //0.00
        List<double> GLOBAL_motiv = new List<double>(); //0.00

        List<double> KNT_FIN = new List<double>(); //0.00
        List<double> NEW_GLOBAL_motiv = new List<double>(); //0.00

        List<double> SUMM_poTypes = new List<double>(); //0.00
        List<double> NEW_SUMM_poTypes = new List<double>(); //0.00

        public Frm_User()
        {
            InitializeComponent();

            this.Text = Globals.Text.name_Complex + " - " + Globals.Text.name_ARM_User;

            dS_List.LoadDS_List_DB();
            dS_Motiv.LoadDS_Motiv_DB();

            //-----
            #region initialisation dgv_VESA

            dgv_VESA.SuspendLayout();
            //
            dgv_VESA.Columns.Clear();
            DataGridViewTextBoxColumn iDDDataGridViewTextBoxColumn5 = new
System.Windows.Forms.DataGridViewTextBoxColumn();
            DataGridViewTextBoxColumn iDCLASSDataGridViewTextBoxColumn = new
System.Windows.Forms.DataGridViewTextBoxColumn();
            DataGridViewTextBoxColumn nAMEDDataGridViewTextBoxColumn4 = new
System.Windows.Forms.DataGridViewTextBoxColumn();
            DataGridViewTextBoxColumn sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4 = new
System.Windows.Forms.DataGridViewTextBoxColumn();
            //

```

```

// iDDataGridViewTextBoxColumn5
//
iDDataGridViewTextBoxColumn5.DataPropertyName = "ID";
iDDataGridViewTextBoxColumn5.HeaderText = "ID";
iDDataGridViewTextBoxColumn5.Name = "iDDataGridViewTextBoxColumn5";
iDDataGridViewTextBoxColumn5.Visible = false;
//
// iDCLASSDataGridViewTextBoxColumn
//
iDCLASSDataGridViewTextBoxColumn.DataPropertyName = "ID_CLASS";
iDCLASSDataGridViewTextBoxColumn.HeaderText = "ID_CLASS";
iDCLASSDataGridViewTextBoxColumn.Name = "iDCLASSDataGridViewTextBoxColumn";
iDCLASSDataGridViewTextBoxColumn.Visible = false;
//
// nAMEDDataGridViewTextBoxColumn4
//
nAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.DataPropertyName = "NAME";
nAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.HeaderText = "NAME";
nAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.Name = "nAMEDDataGridViewTextBoxColumn4";
nAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.Visible = false;
//
// sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4
//
sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.DataPropertyName = "SHORT_NAME";
sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.HeaderText = "Коротка назва потреби";
sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.Name =
"sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4";
sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.ReadOnly = true;
sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.Width = 160;
sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.SortMode =
DataGridViewColumnSortMode.NotSortable;
sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4.AutoSizeMode =
DataGridViewAutoSizeColumnMode.Fill;
//
dgv_VESA.Columns.AddRange(new System.Windows.Forms.DataGridViewColumn[] {
iDDataGridViewTextBoxColumn5,
iDCLASSDataGridViewTextBoxColumn,
nAMEDDataGridViewTextBoxColumn4,
sHORTNAMEDDataGridViewTextBoxColumn4});

foreach (DataRow DR in dS_Motiv.mtvn_spis_spir_TypeOfMotivation.Rows)
{
    DataGridViewTextBoxColumn DGVC = new
System.Windows.Forms.DataGridViewTextBoxColumn();

```

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Технічний директор
 АТ «Мотор Січ», к.т.н.
 П.Д. Жеманюк
 «___» _____ 2014 р.

АКТ

Науково-технічної комісії про використання наукових положень та результатів кандидатської дисертаційної роботи здобувача Хлевного Андрія Олександровича в умовах ВАТ «Мотор Січ».

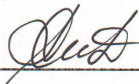
Комісія АТ «Мотор Січ» в складі голови комісії – головного технолога, к.т.н. В.Ф. Мозгового та членів комісії: заступника головного технолога, к.т.н. К.Б. Балущка, заступника головного технолога Є.Р. Липського констатує, що дисертаційна робота Хлевного А.О. має наукове та практичне значення для спеціалістів підприємства і є актуальною в даний час.

Робота присвячена дослідженню системи управління технологічною підготовкою підприємств машинобудівної галузі виробництва, та розробці методу аналізу та оцінки ефективності системи управління технологічною підготовкою виробництва.


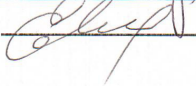
В роботі Хлевний А.О. розробив метод моделювання ключових показників діяльності у процесі технологічної підготовки виробництва в рамках узгодженої взаємодії фахівців, який поєднує всі запропоновані алгоритми та підходи щодо оптимізації ключових показників та розрахунку рівня ефективності системи управління.

Комісія відмічає теоретичний та практичний внесок Хлевного А.О. у наукову спеціальність – 05.13.06, за рахунок розробки нової інформаційної технології яка базується на методі оцінки якості системи управління, необхідних розрахунках показників діяльності з використанням розроблених автором імітаційних моделей, та дозволяє використовувати дані як основу для технічного завдання автоматизації процесів оцінки якості системи управління технологічною підготовкою виробництва в умовах ВАТ «Мотор Січ».

Голова комісії:
 Головний технолог
 АТ «Мотор Січ», к.т.н.


 _____ В.Ф. Мозговий

Члени комісії:
 Заступник головного
 технолога, к.т.н.
 Заступник головного технолога


 _____ К.Б. Балущок

 _____ Є.Р. Липський

ЗАТВЕРДЖУЮ

Головний інженер
ПАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе»

О.Д. Козюля

201 р.

Акт

впровадження результатів дослідження дисертаційної роботи
здобувача Хлевного Андрія Олександровича
у виробничих умовах ПАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе».

Цей акт складено комісією ПАТ «Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе» у складі:

голова комісії:

- заступник начальника Проектного центру корпоративної інформаційної системи управління підприємством С.О. Дорошенко,

члени комісії:

- начальник управління інформаційних систем В.І. Корж;
- начальник відділу автоматизованого проектування І.І. Сидорець,

яка констатує, що Хлевний А.О. дослідив стан існуючих систем технологічної підготовки виробництва, формалізував та класифікував основні параметри управління системою технологічної підготовки виробництва, розглянув та проаналізував сучасні підходи до реалізації систем документообігу з точки зору методології організації процесів взаємодії фахівців у рамках затвердження документів, та розробив метод оцінки якості системи управління технологічною підготовкою машинобудівного виробництва.

Хлевний А.О. обґрунтував методику використання імітаційного моделювання до системи технологічної підготовки розосередженого виробництва згідно методології ARIS в нотації eEPC (event-driven process chain) і виконав функціональне моделювання ключових показників діяльності у процесі технологічної підготовки виробництва.

Комісія підтверджує, що отримані результати досліджень Хлевного А.О. зокрема: метод оцінки якості системи управління технологічною підготовкою машинобудівного виробництва, та алгоритм методу моделювання ключових показників діяльності має практичне та наукове значення і може бути використане нашим об'єднанням для удосконалення і розвитку системи управління технологічною підготовкою виробництва.

Голова комісії:

заступник начальника Проектного центру
корпоративної інформаційної системи
управління підприємством, к.т.н.

 С.О. Дорошенко

Члени комісії:

начальник управління
інформаційних систем

 В.І. Корж

начальник відділу
автоматизованого проектування

 І.І. Сидорець



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи НАУ

д.т.н., професор

Харченко В.П.

2014 р.

використання в науковому процесі Інституту інформаційно – діагностичних систем Національного авіаційного університету результатів кандидатської дисертаційної роботи Хлевного Андрія Олександровича «Моделі, метод та інформаційна технологія управління технологічною підготовкою виробництва машинобудівних підприємств».

В Інституті інформаційно-діагностичних систем НАУ Хлевним А.О. виконані наукові дослідження з використанням сучасних інформаційних технологій та засобів комп'ютерного моделювання і розроблено інформаційну технологію аналізу та управління технологічною підготовкою виробництва. Робота виконувалась в рамках держбюджетних тем, а саме: держбюджетної науково-дослідної роботи (НДР) за темою 656-ДБ10 «Методологія розробки, інтеграції та впровадження технологій управління життєвим циклом конкурентоспроможних виробів промислових підприємств України» (№ держ. реєстрації 0110U002311); держбюджетної НДР за темою 862-ДБ13 «Основи інтеграції процесів автоматизації технічної підготовки, планування та оперативного управління виробництвом (авіаційним і машинобудівним) на базі PLM-технологій (№ держ. реєстрації 0113U000081).

Розроблено новий метод управління технологічною підготовкою виробництва, введено поняття та розроблена математична модель індексу керівництва.

Результати виконаних досліджень, а саме: методика автоматизованого аналізу й управління технологічною підготовкою виробництва; алгоритмічне, та програмне забезпечення інформаційної технології управління технологічною підготовкою виробництва, використовуються аспірантами ПДС в наукових дослідженнях і розробках.

Директор Інституту
інформаційно – діагностичних систем
д.т.н., професор

С.Ф. Філоненко

Зав. кафедрою засобів захисту інформації
Інституту інформаційно – діагностичних систем
д.т.н., професор

В.В. Козловський

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичному забезпеченню Вінницького національного технічного університету

проф. О.Н. Романюк

2014 р.



Акт

впровадження в навчальний процес результатів кандидатської дисертаційної роботи Хлевного Андрія Олександровича
«Моделі та метод управління ефективністю технологічної підготовки виробництва машинобудівних підприємств»

Комісія у складі: директора Інституту машинобудування та транспорту професора Буреннікова Ю.А., завідувача кафедри технології та автоматизації машинобудування професора Сивака І.О., професора кафедри технології та автоматизації машинобудування Козлова Л.Г. склала даний акт в тому, що результати кандидатської дисертаційної роботи Хлевного Андрія Олександровича на тему «Моделі та метод управління ефективністю технологічної підготовки виробництва машинобудівних підприємств» впровадженні у навчальний процес у Вінницькому національному технічному університеті в 2013-2014 навчальному році, зокрема: метод аналізу та управління ефективністю технологічної підготовки виробництва та моделі взаємодії активних елементів системи технологічної підготовки виробництва, використовуються Козловим Л.Г. у лекціях та лабораторних роботах навчальної дисципліни «САПР технологічних процесів», яка читається для студентів спеціальності 7.05050201 – «Технологія машинобудування»

Інформаційні матеріали кандидатської дисертаційної роботи Хлевного А.О., а саме - метод аналізу та управління ефективністю технологічної підготовки виробництва використовувався при магістерській підготовці за спеціальністю 8.05050201 – «Технологія машинобудування» в 2013-2014 навчальному році.

Директор Ін МТ
к.т.н., професор

Ю.А. Буренніков

Зав. кафедрою ТАМ
д.т.н., професор

І.О. Сивак

Професор
кафедри ТАМ

Л.Г. Козлов

УКРАЇНА



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ

СВІДОЦТВО
про реєстрацію авторського права на твір

№ 60620

Комп'ютерна програма "Технологія автоматизованого управління проектними роботами технічної підготовки авіаційного та машинобудівного виробництва" ("U TRV")

(вид, назва службового твору)

Автор(и) Павленко Петро Миколайович, Хлевний Андрій Олександрович, Заріцький Олег Володимирович, Хлевна Юлія Леонідівна, Трейтяк Вячеслав Віталійович

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать Павленко Петро Миколайович, б-р Лесі Українки, 5-А, кв. 17, м. Київ, 01133; Хлевний Андрій Олександрович, вул. Лебедєва-Кумача, 7А, к. 911Б, м. Київ; Заріцький Олег Володимирович, просп. Комарова, 26, кв. 119, м. Київ; Хлевна Юлія Леонідівна, вул. Лебедєва-Кумача, 7А, к. 911Б, м. Київ; Трейтяк Вячеслав Віталійович, пр. Григоренка, 12, кв. 61, м. Київ; Національний авіаційний університет, пр-т Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680

(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

14.07.2015

Дата реєстрації



Голова Державної служби інтелектуальної власності України
А.Г. Жарінова

А.Г. Жарінова

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ**
Україна, 03680, МСП, м. Київ-35,
вул. Урицького, 45
Тел. (044) 494-06-06
Факс (044) 494-06-67
E-mail: post@sips.gov.ua



**STATE INTELLECTUAL
PROPERTY SERVICE
OF UKRAINE**
Ukraine, 03680, MSP, Kyiv-35,
45, Urytskogo str.
Tel. (044) 494-06-06
Fax (044) 494-06-67
E-mail: post@sips.gov.ua

Р І Ш Е Н Н Я

ПРО РЕЄСТРАЦІЮ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР

Державна служба інтелектуальної власності розглянула заяву
Національний авіаційний університет, пр-т Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03058

(повне ім'я фізичної або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

заявка від 14.05.2015 № 60999

про реєстрацію авторського права на твір і прийняла рішення зареєструвати авторське право на службовий твір **Комп'ютерна програма "Технологія автоматизованого управління проектними роботами технічної підготовки авіаційного та машинобудівного виробництва" ("U TRV")**; **Павленко Петро Миколайович, Хлевний Андрій Олександрович, Заріцький Олег Володимирович, Хлевна Юлія Леонідівна, Трейтяк Вячеслав Віталійович, Національний авіаційний університет**

(вид, повна, скорочена (за наявності) назва твору, повне ім'я, псевдонім (за наявності) автора (ів), повна офіційна назва роботодавця)

Внесення відомостей до Державного реєстру свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір та видача свідоцтва будуть здійснені за умови сплати збору за оформлення і видачу свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір відповідно до п.3 постанови Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2001 року № 1756 "Про державну реєстрацію авторського права і договорів, які стосуються права на твір".

Якщо протягом трьох місяців від дати одержання заявником рішення про реєстрацію авторського права на твір Державна служба не одержала документ про сплату збору за оформлення і видачу свідоцтва у розмірі та порядку, визначених законодавством, або копію документа, що підтверджує право на звільнення від сплати зазначеного збору, заявка вважається відхиленою і реєстрація авторського права та публікація відомостей про реєстрацію Державною службою не проводиться.

Голова Державної служби
інтелектуальної власності



А.Г. Жарінова