

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



Хлевний Андрій Олександрович

УДК 005:311.2 (043.3)

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

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

**АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Національному авіаційному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Павленко Петро Миколайович,
професор кафедри засобів захисту інформації,
Національного авіаційного університету

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Тесля Юрій Миколайович,
декан факультету інформаційних технологій,
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

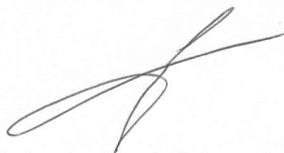
кандидат технічних наук, доцент
Балушок Костянтин Броніславович,
заступник головного технолога ВАТ «Мотор Січ»
(м. Запоріжжя)

Захист відбудеться **5 листопада 2015 р.** о 14⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.062.01 при Національному авіаційному університеті за адресою: 03680, м. Київ-58, просп. Космонавта Комарова, 1.

З дисертацією можна ознайомитись в науково-технічній бібліотеці Національного авіаційного університету за адресою: 03680, м. Київ-58, просп. Космонавта Комарова, 1.

Автореферат розіслано “29” вересня 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
Д 26.062.01



В. С. Єременко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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. Muhlhause, 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 вагомими результатами 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.

Зв'язок роботи з науковими програмами та темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до планів держбюджетних та господарчих тем Національного авіаційного університету (м. Київ), а саме: держбюджетної НДР за темою 491-ДБ08 «Методи та засоби побудови інтегрованого інформаційного середовища життєвого циклу виробів промислових підприємств України» (№ державної реєстрації 0108U004003); держбюджетної науково-дослідної роботи (НДР) за темою 656-ДБ10 «Методологія розробки, інтеграції та впровадження технологій управління життєвим циклом конкурентоспроможних виробів промислових підприємств України» (№ державної 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» (№ державної реєстрації 0113U000081); госпдоговірної роботи за темою 416-X07 «Автоматизація технічної підготовки та оперативного управління виробництвом ПАТ «Сумське науково-виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе» (НАУ – ПАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе»), у яких автор брав участь як виконавець.

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 методик 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 структурорської 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 процесі 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: ХІІ 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.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність науково-технічних завдань, що вирішуються, сформульовано мету й завдання досліджень, визначено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів. Наведено дані про зв'язок роботи з науковими програмами та планами НДР організації, де виконувалась робота, вказано на впровадження отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача в опублікованих працях, представлено інформацію щодо апробації та публікації результатів дисертації.

У першому розділі роботи на основі аналітичного огляду стану науково-технічних завдань обгрунтовано загальну потребу у розробці та визначено завдання дослідження. Розглянуто ТПВ як організаційно-технічну систему, проведено аналіз існуючих методів управління даними ТПВ.

Проведено аналіз процесів управління ТПВ та вплив даних ТПВ на етапи життєвого циклу виробу. Визначено інформаційні системи, що надають вхідну інформацію для системи ТПВ, визначено методи моделювання процесів ТПВ.

Проведено обгрунтування етапів наукових досліджень та обгрунтовано науково-технічне завдання, яке вирішується у дисертаційній роботі. Сформульований напрям досліджень потребує вирішення комплексу взаємопов'язаних завдань, що вирішуються в наступних розділах дисертації.

Другий розділ присвячений дослідженню процесів ТПВ базових машинобудівних підприємств, класифікації і вибору ключових параметрів та розробці методу оцінки управління ТПВ. Для подальшого моделювання використано інструментальні засоби ARIS. Встановлено, що процеси ТПВ можливо представити сукупністю організаційної, функціональної та інформаційної моделей. Організаційна модель описує склад і структуру організаційних одиниць підприємства, та представлена діаграмами класів в анотації ARIS. Функціональна модель описує сукупність функціональних підсистем, процесів, взаємодію між підрозділами з точки зору операцій, дій в рамках реалізації системи ТПВ, та описана сукупністю діаграм прецедентів,

діаграм діяльності та діаграм послідовності. Інформаційна модель описує потоки даних, які існують в організаційній і функціональних моделях та представлена діаграмами станів згідно методології ARIS.

Проведено класифікацію структурних елементів базових для ТПВ об'єктів предметної області – ресурсів, процесів та продуктів. На прикладі процедур затвердження конструкторсько-технологічних документів (КТД) ТПВ побудовані функціональні моделі цих процесів. Досліджено найбільш поширені варіанти процесу затвердження документів.

1. Документ, який затверджується, повертається до виконавця і проходить повне затвердження з початкового етапу після внесення змін.

Математична модель часу процесу затвердження документу ($T_{3Д}$), представлена рівнянням:

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

де t_{ji} – час затвердження на j -му циклі, i -му етапі; n – кількість етапів затвердження; k – кількість циклів затвердження.

Провівши апроксимацію даних поліноміальною функцією другого порядку, отримали:

$$k_{\max} = n + 1 \quad (2)$$

$$n_{\max} = \frac{n^2}{2} + 1,5 \cdot n \quad (3)$$

$$n_{\max} = \frac{(k_{\max} - 1)^2}{2} + 1,5 \cdot (k_{\max} - 1) \quad (4)$$

2. Отримані підписи блокуються при поверненні на доопрацювання і розблоковуються тільки після внесення змін і приймання наступним рівнем контролю. Правом розблокування підписів наділяється аудитор - керівник проекту. Після розблокування записів і документів аудитором можливо два варіанти: а) - документи передаються на етап, із якого вони були повернуті на внесення корегувань, або ж, б) – після контролю аудитором, повернення відбувається на наступний рівень затвердження.

$$T_{3Д} = \sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^n (t_{ji} + t_{\bar{\sigma}} + t_{n\bar{\sigma}} + t_{p\bar{\sigma}}) \right) \quad (5)$$

$t_{\bar{\sigma}}$ – часом блокування, $t_{p\bar{\sigma}}$ – часом розблокування, $t_{n\bar{\sigma}}$ – часом перевірки відповідності (по суті, аналог етапу затвердження)

Максимальну кількість блокувань – $k_{\bar{\sigma}\max}$, розблокувань – $k_{p\bar{\sigma}\max}$, перевірок відповідності – $k_{n\bar{\sigma}\max}$, максимальної кількості етапів затвердження – n_{\max} розраховували за формулами:

Для варіанту 1:

$$k_{\delta \max} = n + 1 \quad (6)$$

$$k_{p\delta \max} = n \quad (7)$$

$$k_{n\delta \max} = n \quad (8)$$

$$n_{\max} = 2 \cdot n \quad (9)$$

Для варіанту 2:

$$k_{\delta \max} = n \quad (10)$$

$$k_{p\delta \max} = n - 1 \quad (11)$$

$$k_{n\delta \max} = n \quad (12)$$

$$n_{\max} = n \quad (13)$$

3. Повернення ніяк не впливає на вже отримані підписи. Після виправлення документ потрапляє знову на етап, із якого відбулося повернення.

Сумарна максимальна кількість етапів у результаті відхилення документу виникає при максимальній кількості циклів затвердження і розраховується за формулами.

$$n_{\max} = 2 \cdot n \quad (14); \quad n_{\max} = 2 \cdot (k_{\max} - 1) \quad (15)$$

Проаналізувавши варіанти затвердження КТД, виявлено резерви часу для вибору оптимальної схеми реалізації документообігу (1÷15), що дозволило здійснити кількісну порівняльну оцінку схем взаємодії фахівців у рамках ТПВ.

Для оцінки якості управління ТПВ встановлено 20 основних показників діяльності підрозділів ТПВ у відповідності до рівнів управління та предметних областей ТПВ, що дозволило вичерпно описати предметну область ТПВ для подальшого використання в імітаційних моделях. Проаналізувавши показники, зроблено висновок про складність на їх основі отримати комплексну оцінку стану системи ТПВ та здійснювати моніторинг динаміки її розвитку, тому введено поняття ключових показників діяльності, які відповідають за ТПВ. Шляхом групування розроблених раніше показників за принципами їх взаємного впливу виділені 6 ключових показників діяльності ТПВ: коефіцієнт виконання плану розробки КТД за номенклатурою – $K_{КТД_i}(a_1)$; середня вартість розробки комплексу КТД $\bar{B}_{КТД} - (a_2)$; загальний час процесу розробки КТД – $T_{КТД} (a_3)$; сумарна кількість листів сповіщень про зміни за рік – $K_{C3} (a_4)$; кількість протоколів невідповідності продукції, яка випускається згідно ІСО 9000:2008 – $K_{ISO}(a_5)$; річна сума інвестицій у програмне забезпечення (ПЗ) і апаратне забезпечення (АЗ) КТБ – $I_{ПАЗ}(a_6)$.

Розроблено алгоритм ранжирування ключових показників діяльності, з використанням методу парних порівнянь і створення матриці парних порівнянь (МПП) $\|\bar{A}\| = (a_{ij})$. Кінцевою метою порівняння аспектів є

визначення їх рейтингу серед множини $A = (a_1, a_2, \dots, a_6)$, вираженого через вагові коефіцієнти g_i , які розраховуються за формулою:

$$g_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \left(\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \right)}, \quad (16)$$

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

Розглянуто декілька сценаріїв експертних оцінок ключових показників діяльності, що дало змогу здійснювати імітаційне моделювання за альтернативними напрямками. Для визначення ступеню вагомості ключових показників діяльності сформовано цільову функцію для оцінки ефективності $\Phi_E = f(a_i)$, та визначено засоби досягнення екстремуму зазначеної функції:

$$\Phi_E = \sum_{i=1}^6 g_i \cdot a_i \quad (17)$$

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

Розроблено метод оцінки процесів управління ТПВ. В загальному вигляді стан системи ТПВ представлений вектором у просторі $\vec{\Phi}_E$, який характеризується парою точок. За базову точку розглянуто точку, яка характеризує початковий стан системи Φ_{E_0} . Стан системи в певний момент часу характеризується точкою, Φ_E що являє собою кінець вектора $\vec{\Phi}_E$. Суть методу оцінки інформаційних процесів управління ТПВ полягає у встановленні ключових показників процесів ТПВ, та розрахунку цільової функції Φ_E в необхідний момент часу.

Введені в роботу ключові показники діяльності представлено відповідними наборами числових значень у дискретні періоди часу $\Phi_E = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$. Значення параметрів $\{a_1, \dots, a_6\}$ розглянуто як координати точки Φ_E в афінному просторі А. Тоді різним станам системи ТПВ будуть відповідати різні точки у просторі А в певні періоди часу (рис.1).

Кожна пара точок простору А однозначно визначає вектор $\vec{\Phi}_E$, який належить асоційованому лінійному простору L . Так, точкам $\Phi_{E_0} = \{a_{1_0}, a_{2_0}, a_{3_0}, a_{4_0}, a_{5_0}, a_{6_0}\}$ та $\Phi_E = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$ відповідає вектор,

$$\vec{\Phi}_E = \vec{\Phi}_{E_0} \Phi_E = \{\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \tilde{a}_3, \tilde{a}_4, \tilde{a}_5, \tilde{a}_6\} \text{ де } \tilde{a}_i = a_i - a_{i_0}, i = 1, 6$$

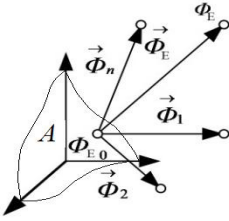


Рис.1 Стани системи ТПВ

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

Для переведення ключових показників діяльності до безрозмірних, тобто відносних одиниць для роботи в одному просторі А використано формули, представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

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}	$\rightarrow \min$	

Під рівнем ефективності управління процесами ТПВ Φ_E будемо розуміти позитивний приріст вектора $\vec{\Phi}$ по відношенню до його початкового стану. Послідовність етапів методу представлено у вигляді структурно-функціональної схема послідовних кроків на рис.2.

У **третьому розділі** для імітаційного моделювання процесів ТПВ побудовані організаційні, інформаційні та процесні моделі. Введено поняття індексу керівництва I_K , та запропонована шестифакторна модель для його розрахунку. Запропоновано моделі розрахунку необхідної кількості фахівців ТПВ та моделі розрахунку середньої вартості розробки комплексу КТД. Розроблено метод управління ТПВ.

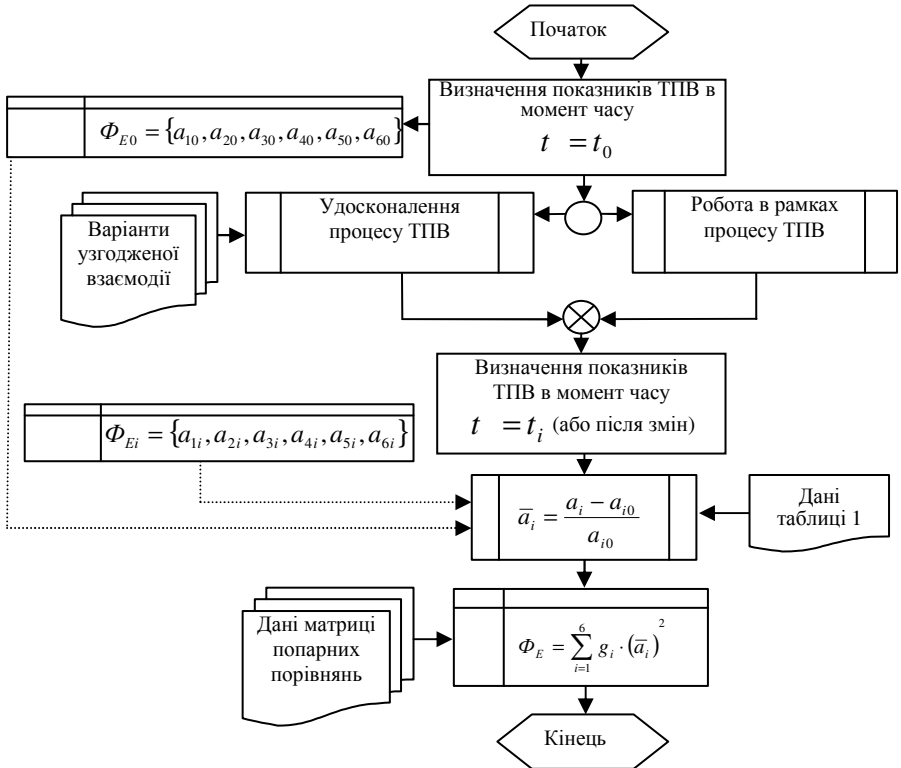


Рис. 2 Структурно-функціональна схема методу оцінки управління ТПВ

Розроблено комплексну процесну модель ТПВ, яка складається із семи моделей, кожна з яких дозволяє описати та моделювати встановлені ключові показники діяльності з метою подальшої оцінки управління ТПВ.

Запропоновано застосовувати структурний підхід до розгляду організаційних моделей ТПВ для забезпечення операційного аналізу основних елементів діяльності підрозділів підприємства та взаємозв'язків між ними. Введено поняття організаційної матриці ТПВ (таблиця 2) та організаційного графу (рис. 3), що дає змогу будувати процесні моделі взаємодії фахівців у рамках системи погодження і затвердження КТД та формалізовано опис розподілення праці в системі ТПВ.

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

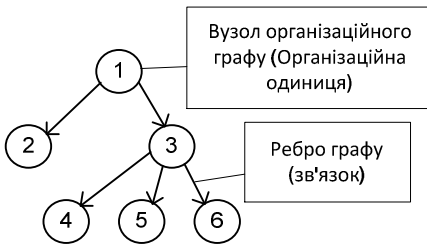


Рис. 3 Організаційний граф

Таблиця 2

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

Розроблено шестифакторну модель оцінки індексу керівництва з урахуванням особливостей управління ТПВ розширених підприємств, що дозволило враховувати найбільш суттєві фактори, які впливають на час потрібний керівнику ТПВ для організації керівництва та координації роботи структурних одиниць: географічне віддалення підрозділів; однорідність функцій, які повинен контролювати керівник організаційної одиниці ТПВ; складність функцій; керівництво і контроль; координація; планування.

$$I_K = \sum_{i=1}^6 g_i \cdot f_i \quad (18),$$

де g_i - вагові коефіцієнти, які розраховуються із використанням методу парного порівняння;

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

Розроблено модель розрахунку необхідної кількості фахівців (C_{K+T}), задіяних у ТПВ з урахуванням основних характеристик КТД, що дозволяє використовувати отримані дані для розрахунку норм керованості та оптимізувати імітаційні моделі.

$$C_{K+T} = \frac{\sum_{i=1}^{14} t_H \cdot k_{\Pi_i}}{\Phi_{PЧ}} \quad (19)$$

де t_H - нормативи часу на розробку документації; k_{Π_i} - поправочні коефіцієнти (таблиця 3); $\Phi_{PЧ}$ - фонд річного робочого часу.

Запропонована модель розрахунку необхідної кількості фахівців, у зв'язку з використанням 14 коефіцієнтів, дозволяє враховувати всі особливості розробки КТД та уточнювати саму модель розрахунків у частині певних коефіцієнтів після декількох ітераційних процесів імітаційного моделювання.

Поправочні коефіцієнти

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

Розроблено метод управління ТПВ, який поєднує запропонований алгоритм та підходи щодо оптимізації ключових показників діяльності та розрахунку ефективності управління ТПВ в рамках її оцінки. Суть методу управління ТПВ полягає в оцінці стану ТПВ у певний момент часу, моніторингу та корегуванню ключових показників інформаційних процесів управління ТПВ, та забезпечення позитивного стану показника ефективності ТПВ (в ході імітаційного моделювання). Даний метод представлений у вигляді функціонально-структурної схеми послідовних кроків (рис. 4), на яких здійснюються необхідні розрахунки показників діяльності з використанням розроблених автором імітаційних моделей, що робить метод простим у використанні та дозволяє використовувати його як основу для технічного завдання щодо розробки нової інформаційної технології управління ТПВ.

Четвертий розділ присвячено розробці відповідного інформаційного і програмного забезпечення для автоматизації розрахунку показників, які характеризують ефективність управління процесами ТПВ. У якості інструментального засобу управління даними системи ТПВ використано PLM-систему «ENOVIA V6», та ERP-систему «1С Управління виробничим підприємством». Для реалізації розробленого методу і інформаційної технології створені програми розрахунку, взаємодія яких представлено на рис. 5.

Інформаційна технологія представлена типовими модулями, які реалізовані програмно з використанням відповідного апаратного забезпечення. База даних системи складається із кластерів трьох типів: сховище констант, алгоритмів та безпосередньо результатів розрахунку. Зворотній зв'язок, від бази даних показників до модуля розрахунку

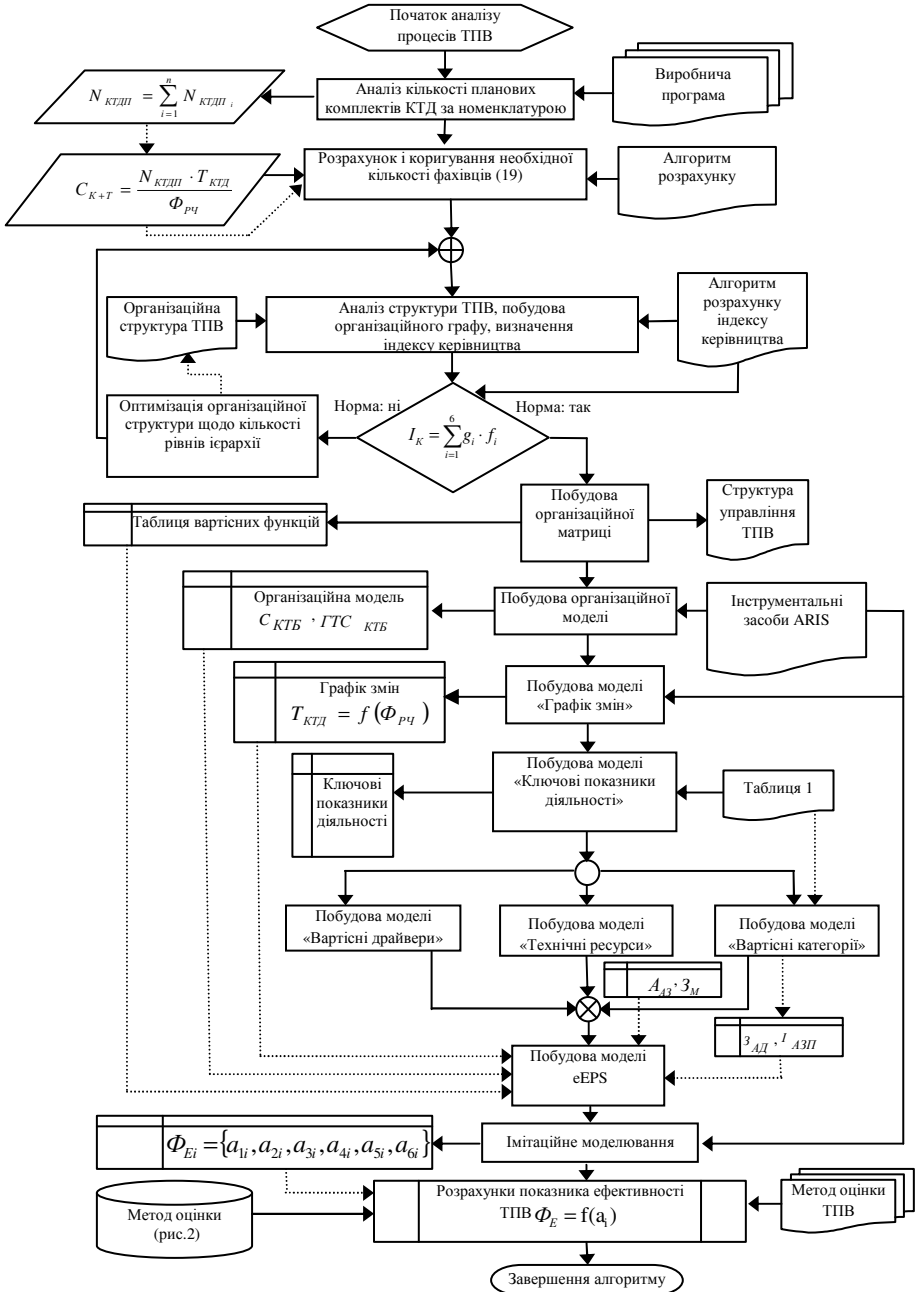


Рис. 4 Структурно-функціональна схема методу управління ТПВ

показників, введений для можливості накопичування показників із часом та використання їх для розрахунку прогнозів розвитку системи ТПВ. Модуль проміжних розрахунків представлений таблицями пам'яті та сховищем проміжних результатів для зберігання результатів проміжних розрахунків, завантаження змінних коефіцієнтів і констант необхідних для здійснення розрахунків. Довгострокова пам'ять представлена трьома базами даних:

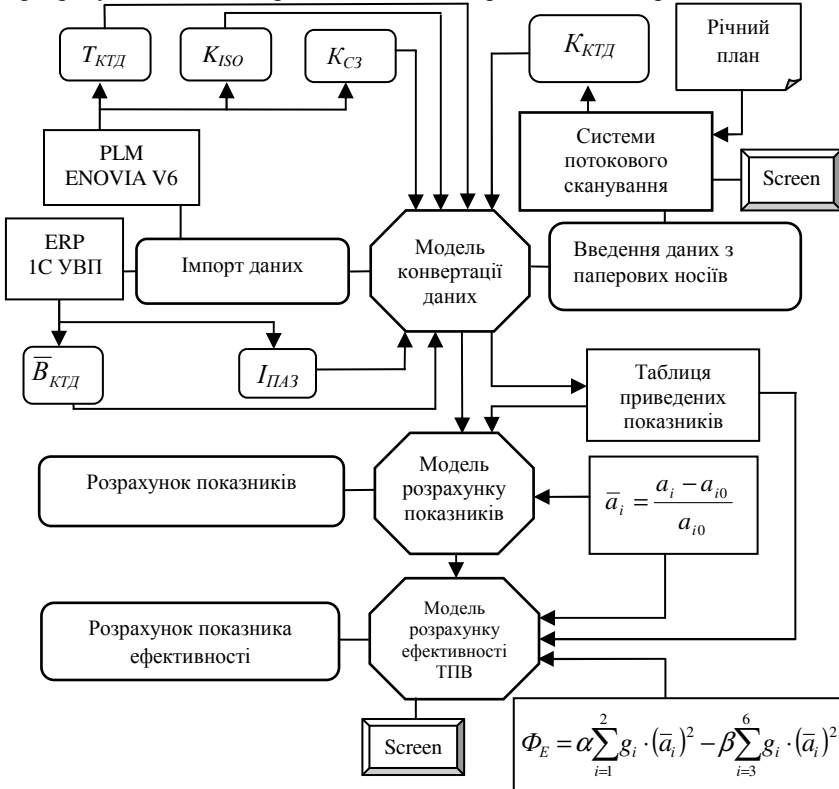


Рис. 5 Діаграма взаємодії програм розрахунку показника ефективності ТПВ

базою констант, алгоритмів та показників. База алгоритмів та констант може програмуватися під нові алгоритми розрахунку, або удосконалення існуючого. Константи також зберігаються у відповідних масивах.

Представлено результати практичної апробації. Результат імітаційного моделювання підтвердило зменшення від 30% до 50% операційного часу виконання процесів ТПВ. Експериментально показано, як через оцінку ключових показників процесів ТПВ здійснювати аналіз та управління ефективністю ТПВ. Для основних процесів ТПВ базових підприємств показано можливість приросту конкретних показників діяльності.

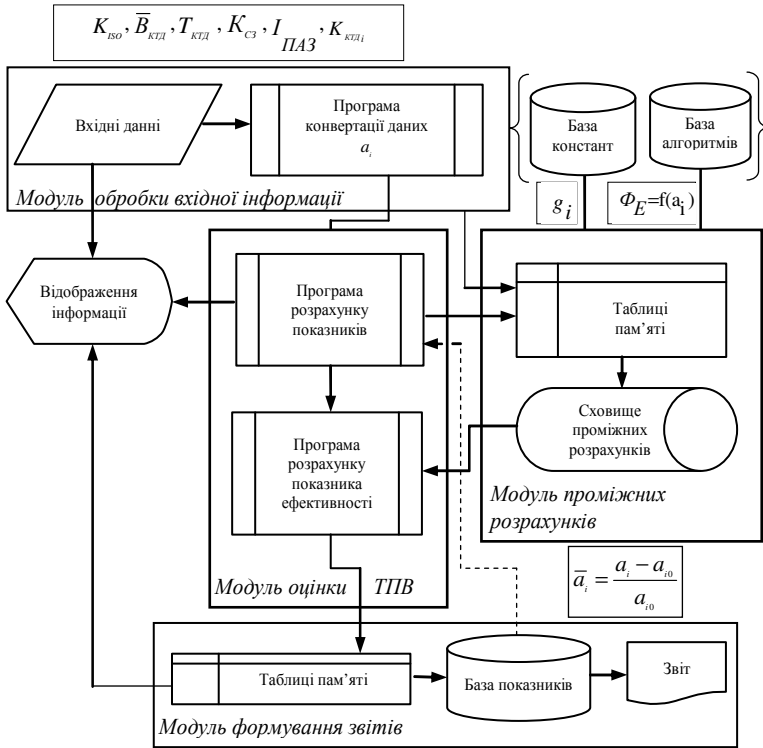


Рис. 6 Функціонально-структурна схема інформаційної технології управління ТПВ

У додатках наведені матеріали, що містять окремі результати досліджень, eEPS моделі та діаграми що описують і моделюють процеси ТПВ; фрагмент програми конвертації даних; акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-технічне завдання підвищення ефективності управління ТПВ 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 питання управління даними та інформаційними потоками, що дозволило обґрунтувати етапи дослідження і сформулювати завдання 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 шестифакторну 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 у рамках її оцінки.

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

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Павленко П.М. Розробка та впровадження інформаційної технології аналізу та оцінки виробничого замовлення/В.В. Трейтак, П. М. Павленко, А. О. Хлевний // Вісник Чернігівського державного технічного університету. Серія «Технічні науки». – 2010р. №45 – С.135-140

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. 55-61 (науковометрична SCOPUS)

6. Павленко П.М. Інформаційна технологія управління ефективністю промислового виробництва/ П.М. Павленко, О.В. Заріцький, А.О. Хлевний// Восточно-Європейський 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 проблеми 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. 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

10. 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.

11. 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

12. 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

13. 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

14. 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

15. Khlevnoj A. Information technology of design engineering works managing of industrial companies . 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.

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

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. Свідоцтво №60620 Державної служби інтелектуальної власності України, 14.07.2015. Комп'ютерна програма «Технологія автоматизованого управління проектними роботами технологічної підготовки авіаційного та машинобудівного виробництва» («U TPV»)/ Павленко П.М., Хлевний А.О., Заріцький О.В., Хлевна Ю.Л.,Трейтяк В.В; заявл. 14.05.2015; опубл. 14.07.2015

АНОТАЦІЯ

Хлевний А.О. Моделі, метод та інформаційна технологія управління технологічною підготовкою виробництва машинобудівних підприємств.
– Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології. – Національний авіаційний університет, Київ, 2015.

Дисертаційна робота присвячена розв'язанню важливого науково-технічного завдання – підвищенню ефективності управління ТПВ машинобудівних підприємств за рахунок розроблених моделей, методу та інформаційної технології.

Розроблено функціональні, організаційні і інформаційні моделі ТПВ сучасних машинобудівних виробництв, які дозволили провести моделювання системи ТПВ по різних варіантах взаємодії фахівців. Удосконалено метод оцінки якості системи управління ТПВ сучасного машинобудівного виробництва, що дозволяє оцінити стан системи в часі, ступінь впливу змін на систему управління ТПВ. Запропоновано поняття індексу керівництва, який враховує складність керівних процедур та дозволяє оцінити керованість системи ТПВ за існуючої організаційної структури, розрахувати необхідну кількість фахівців ТПВ. Розроблено метод управління ТПВ, який поєднує усі запропоновані автором моделі і удосконалений метод оцінки якості управління для підвищення ефективності управління ТПВ сучасних машинобудівних підприємств. Створена і апробована нова ІТ управління ТПВ, яка дозволила підвищити ефективність управління процесами ТПВ, для машинобудівних підприємств.

Ключові слова: управління процесами, управління даними, моделювання технологічної підготовки виробництва, інформаційна технологія.

АННОТАЦИЯ

Хлевной А.А. Модели, метод и информационная технология управления технологической подготовкой производства машиностроительных предприятий. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - информационные технологии. – Национальный авиационный университет, Киев, 2015.

Диссертационная работа посвящена решению важной научно-технической задачи – повышению эффективности управления ТПП машиностроительных предприятий за счет разработанных моделей, метода и информационной технологии.

Проведен анализ информационных процессов ТПП, выявлено что данные ТПП имеют разноформатное представление, используются различными интегрированными информационными системами производственного назначения, а их управление реализовано на основе отдельных процессов и задач. Разработана комплексная процессная модель ТПП, включающая семь функциональных моделей, организационные и информационные модели ТПП современных машиностроительных производств, которые позволяют проводить моделирование системы ТПП по разным сценариям взаимодействия специалистов. Выявленные необходимые резервы времени для оптимизации процессов управления в рамках дальнейшего моделирования и выбора оптимального сценария реализации документооборота.

Усовершенствован метод оценки качества управления ТПП современного машиностроительного производства, что позволяет определить качественное состояние системы ТПП после внесения изменений к управлению процессами ТПП или в нужный момент времени. Выявлено и классифицированы основные показатели деятельности подразделений ТПП в соответствии с уровнями управления и информационных объектов ТПП, введено понятие ключевых показателей деятельности подразделений, отвечающих за ТПП. Выделены 6 ключевых показателей деятельности, путем группирования разработанных ранее 20 показателей по принципам их взаимного влияния, что позволяет использовать их в имитационных моделях управления ТПП. Разработан алгоритм отбора и ранжирования ключевых показателей деятельности в процессах ТПП с использованием метода парных сравнений и использования статистических методов исследования. Рассмотрены несколько сценариев экспертных оценок ключевых показателей управления, что позволяет осуществлять имитационное моделирование за альтернативными сценариями.

Предложено расширить понятие нормы управляемости путем введения показателя - индекса руководства, учитывающего сложность руководящих процедур в ТПП современных машиностроительных предприятий и

позволяющего рассчитывать статистические временные показатели для функций описывающих операции принятия решений в имитационных моделях. Разработана шести факторная математическая модель индекса руководства, с учетом особенностей современных рассредоточенных машиностроительных предприятий, влияющих на процессы управления и координации работы структурных подразделений ТПП. Разработан алгоритм расчета необходимого количества специалистов, задействованных в ТПП с учетом основных характеристик конструкторско-технологической документации, что позволяет использовать полученные данные для расчета управляемости и оптимизировать структуру управления ТПП. Разработан метод управления ТПП, который сочетает все предложенные автором модели и усовершенствованный метод оценки качества управления для повышения эффективности управления ТПП современных машиностроительных предприятий. Создана и апробирована новая ИТ управления ТПП, которая позволила повысить эффективность управления процессами ТПП, машиностроительного предприятия.

Ключевые слова: управление процессами, моделирования технологической подготовки производства, информационная технология

ABSTRACT

Hlevnyy A. Models, methods and information technology management technological preparation of production engineering enterprises. - Manuscript.

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.06 - information technologies. - National Aviation University, Kyiv, 2015. The dissertation is devoted to solving important scientific and technical problem - more effective management of solid waste engineering enterprises by developed models, methods and information technology.

A functional, organizational and information models TPP modern engineering industries, which allowed to conduct modeling of solid waste in different versions interaction specialists. The method of assessing the quality of a modern solid waste management system of engineering production, allowing the system state in time, and the degree of impact of changes to the system of solid waste management. The concept of index management, which takes into account the complexity of management procedures to evaluate and solid waste handling system with the existing organizational structure and calculate the required number of specialists TPP. The method of solid waste management, which combines all the models proposed by the authors and improved method of assessment of quality management to improve solid waste management of modern engineering enterprises. Created and tested new IT management of solid waste, which has improved the efficiency of solid waste management processes, basic research for the company.

Keywords: process management, data management, modeling of technological preparation of production, information technology.