

УДК 621.01

DOI: <http://doi.org/10.20535/2219-3804212019197611>

Б. О. Корнійчук¹, бакалавр, **В. В. Сухов**², професор, д.т.н

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ERP-СИСТЕМ У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ НА МАШИНОБУДІВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

En

At the present stage of innovative development of machine building in Ukraine, the aviation and rocket and space industries are the driving forces that determine the country's competitiveness and directions in the development of science.

Despite the progressiveness of the aforementioned industries, their development is nowhere near as dynamic as it is in the face of a lack of financial and hu-

¹ КІІ ім. Ігоря Сікорського

² КІІ ім. Ігоря Сікорського

man resources. In this regard, the problem of organizing the process of managing resource-intensive production of high-tech products is becoming especially relevant.

A number of papers are devoted to strategic resource management. Their detailed analysis showed that this problem is not solved sufficiently and does not reveal approaches to solving the problem of optimizing the resource creation of high-tech products at different stages of its life cycle, taking into account industry features and modern analytical tools, including using the WEB environment. This justifies the need to improve existing and develop new appropriate methodological tools aimed at improving resource efficiency.

One of the most effective and less costly approaches to addressing this issue is the use of specialized enterprise resource planning (ERP) systems.

Ru

Управленію стратегічними ресурсами посвящен ряд работ. Их детальный анализ показал, что эта проблема решается не в достаточном объеме и не раскрывает подходы к решению задачи оптимизации ресурсного обеспечения создания наукоемкой продукции на различных этапах ее жизненного цикла с учетом отраслевых особенностей и современного аналитического инструментария, в том числе с использованием возможностей WEB среды. Это обосновывает необходимость совершенствования существующих и разработки новых соответствующих методических инструментов, направленных на повышение эффективности ресурсного обеспечения.

Одним из самых эффективных и менее затратных подходов к решению этого вопроса является использование специализированных систем планирования ресурсов предприятия (ERP-систем).

Вступ

На сучасному етапі інноваційного розвитку машинобудування України авіаційна і ракетно-космічна галузі є рушійними силами, які визначають конкурентоспроможність країни і напрямки у розвитку науки.

Незважаючи на прогресивність вище зазначених галузей сьогодні їх розвиток далеко не так динамічний [1], проходить за умов дефіциту фінансових і людських ресурсів. У зв'язку з цим особу актуальність набуває проблема організації процесу управління ресурсним забезпеченням виробництва наукоємкої продукції.

Управлінню стратегічними ресурсами присвячено ряд робіт [2, 3, 4, 5, 6]. Їх детальний аналіз показав, що ця проблема вирішується не у достатньому обсязі і не розкриває підходи до вирішення завдання оптимізації ресурсного забезпечення створення наукоемної продукції на різних етапах її життєвого циклу (рис. 1) з урахуванням галузевих особливостей і сучасного аналітичного інструментарію, в тому числі з використанням можливостей WEB середовища. Це обґрунтовує необхідність вдосконалення існуючих і розробки нових відповідних методичних інструментів, спрямованих на підвищення ефективності ресурсного забезпечення.

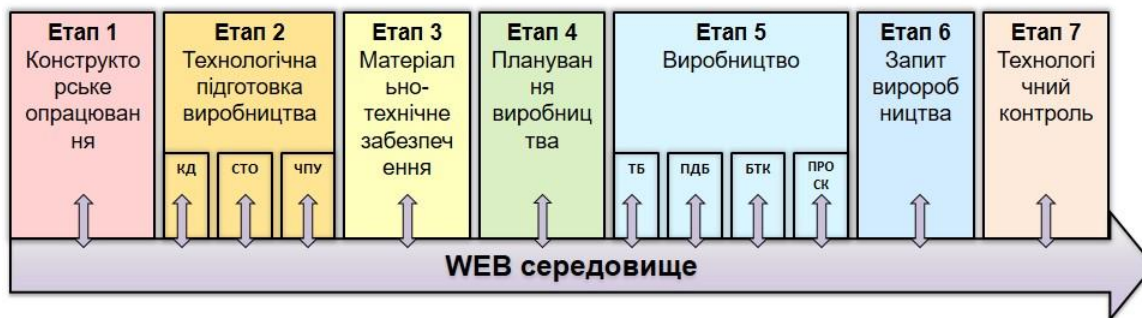


Рис. 1. Основні етапи життєвого циклу виготовлення виробу на типовому підприємстві, які об'єднані єдиним *WEB* середовищем: КД – конструкторська документація; ЗТО – засоби технологічного оснащення; ЧПУ – числове програмне управління; ТБ – технологічне бюро; ПДБ – планово-диспетчерське бюро; БТК – бюро технічного контролю; ПРОСК – прийом-розподільча комора

Постановка задачі

Одним із найбільш ефективних і менш затратних підходів до вирішення цього питання є використання спеціалізованих систем планування ресурсів підприємства (*ERP*-систем).

Метою статті є вирішення двох задач:

- запропонувати схему реалізації робіт;
- оцінити її ефективність на конкретних прикладах.

Стан проблеми і напрямки її вирішення

Більшість *ERP*-систем створені у вигляді спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ) [7, 8, 9] (*IT-Enterprise*, СуперОкна8, *IT-Okna*), яке необхідно розробляти під специфіку виробництва і встановлювати на кожну робочу станцію підприємства окремо. Це веде за собою додаткові витрати на розробку необхідного для роботи ПЗ і час на роботу високооплачуваного *IT*-персоналу для встановлення і налаштування на місцях під специфіку виконуваної роботи. Фахівці чудово розуміють рівень складності такого завдання, особливо коли оперативна інформація потрібна постійно.

Наведених вище недоліків пропонується уникнути шляхом створення спеціалізованої *WEB ERP*-системи, із єдиною базою даних на основному сервері. Данні будуть додаватися, редагуватися, поповнюватися, зберігатися і обновлюватися у реальному часі [10]. Вивантаження даних можливо реалізувати шляхом передачі *XML* посилань у створену систему, яка у свій час відображає всю необхідну інформацію, у залежності від при-

своєного рівня доступу. Вище вказана система працює у 2-3 рази швидше, тому навантаження на веб-сервер нижче на 30-50%, а трафіку споживається менше, ніж під час доступу із додатку. Крім того, не потрібно наявності кваліфікованих фахівців у всіх віддалених точках підприємства. Навіть не потрібно оновлювати версії додатків на кожному робочому місці, тому що доступ здійснюється через звичайний браузер.

Результати дослідження

Оцінка ефективності запропонованої *WEB ERP*-системи проводилася шляхом порівняння систем на базі паперових носіїв та запропонованої системи ведення документації у середовищі *WEB ERP* у разі підготовки однакового об'єму документації, що необхідна для запуску типового виробу у виробництво по наступним показникам: кількості дій, які потрібно виконати інженерно технічним робітникам (ІТР) під час підготовки документації (найменування дій не залежить від системи ведення документації); трудомісткості виконання кожної дії, необхідної кількості одночасно працюючих робітників та реальному часу виконання завдання. Обсяг підготовлюваної документації для запуску певного виробу у виробництво займає стандартну кількість часу, який не змінюється в залежності від складності деталі. У якості прикладу розглядається етап 5 (рис. 1).

На рис. 2 зображено схему ведення документації у паперовому вигляді: де 1...18 — нумерація типових, для машинобудування дій, які необхідно виконати ІТР під час підготовки документації на запуск виробу у виробництво:

1. отримання документації на запуск у спеціально створеному на це відділі, який займається розмноженням і розподілом документації по службам і відділам підприємства;
2. поділ отриманих копій у подвійній кількості на робочі екземпляри з нанесенням номерів документації запуску на отриманих копіях;
3. передача документів у планове бюро;
4. передача документів до архів;
5. реєстрація отриманих документів у плановому бюро;
6. уточнення термінів на запуск у плановому бюро;
7. призначення технолога відповідального за запуск;
8. пошук архіваріусом необхідних креслень і нормативних документів в архіві;
9. замовлення необхідних креслень і нормативних документів у центральному архіві;
10. отримання замовлених креслень і нормативних документів в центральному архіві;
11. уточнення будь-яких питань, що виникають на етапі запуску шляхом оформлення запиту від виробництва;

Розділ 3. Керування

12. розробка технології по знайденим або замовленим кресленням і нормативним документам із урахуванням рішення конструктора;
13. оформлення замовлення на оснащення для виготовлення деталі;
14. перевірка і уточнення написаних технологій;
15. передача технологічних процесів у планове бюро;
16. виконання відповідних відміток у зареєстрованій картці обліку документа у плановому бюро цеху;
17. замовлення необхідного матеріалу на виготовлення деталей;
18. реєстрація у книзі завдань із подальшою передачею на виробничу дільницю.

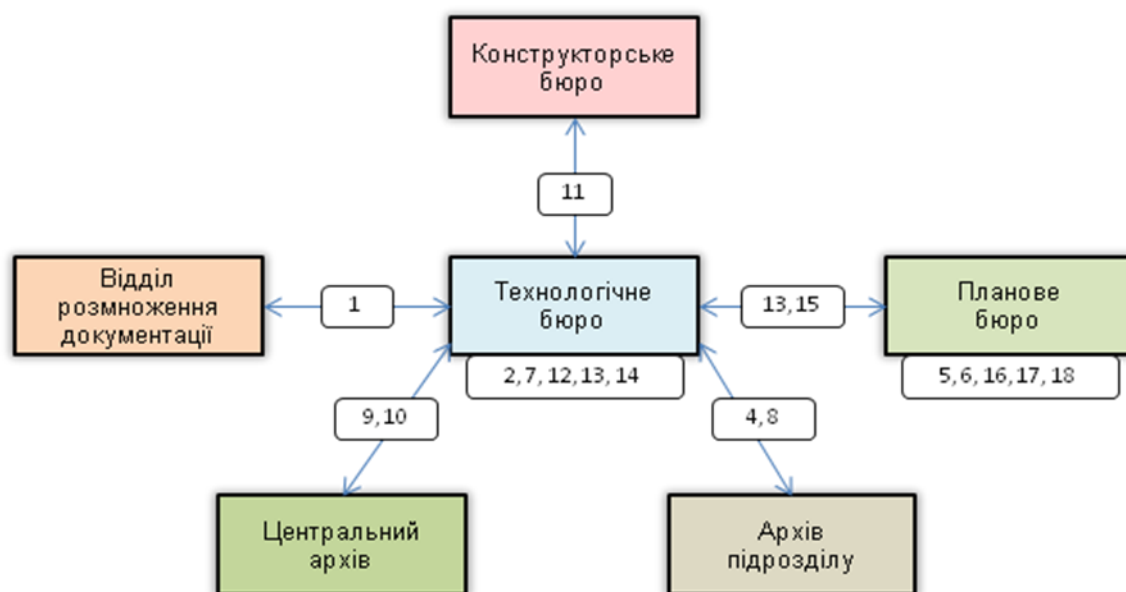
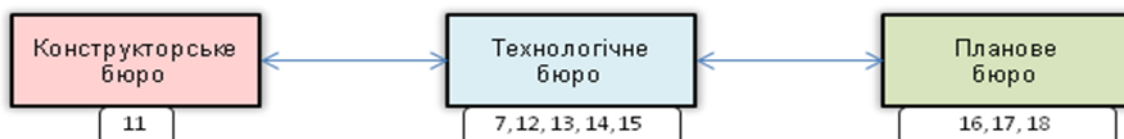


Рис. 2. Схема ведення документації у паперовому вигляді

Запропонована система ведення електронної документації (*ERP*-система) сформована із використанням сучасного програмного (*TeamCentre, NX, APS*) та інструментального забезпечення (сервер та робочі станції із мінімальними характеристиками: процесор 4 ядра із частотою 1,6 ГГц на кожне ядро, оперативна пам'ять 4 ГБ, жорсткий диск на 60 ГБ, відео карта 2 ГБ на 64 біт) та представлена на рис. 3, де вказана нумерація тільки тих дій, які необхідно виконати ІТР при підготовці документації у електронному вигляді. Дії, яких немає у порівнянні із рис. 2, виконуються автоматично.

Рис. 3. Схема ведення документації у *ERP*-системі

Трудомісткість виконання кожної дії (від 1 до 18) визначалася шляхом виміру часу на її виконання. Результати наведені у табл. 1.

Таблиця 1.

Статистичні дані по трудомісткості виконання кожної дії ІТР підрозділу

№ дії	Трудомісткість виконання операції без використання <i>ERP</i> -систем, н.-год	Середня трудомісткість без використання <i>ERP</i> -систем, $T_{n_{дїї}}$, н.-год	Трудомісткість виконання операції за допомогою <i>ERP</i> -систем, н.-год	Середня трудомісткість за допомогою <i>ERP</i> -систем, $T_{n_{дїї}}$, н.-год
1	от 0,8 до 1,2	1,00	–	–
2	от 0,2 до 0,4	0,30	–	–
3	от 0,1 до 0,2	0,15	–	–
4	от 0,1 до 0,2	0,15	–	–
5	от 0,7 до 1,3	1,00	–	–
6	от 0,2 до 0,4	0,30	–	–
7	от 0,2 до 0,3	0,25	от 0,1 до 0,2	0,15
8	от 0,9 до 1,1	1,00	от 0,4 до 0,5	0,45
9	от 0,8 до 1,2	1,00	–	–
10	от 2,0 до 2,2	2,15	–	–
11	от 4,0 до 4,2	4,15	от 1,0 до 2,0	1,50
12	от 0,3 до 0,5	0,40	от 0,1 до 0,2	0,25
13	от 0,2 до 0,3	0,25	от 0,4 до 0,8	0,80
14	от 0,2 до 0,3	0,25	от 0,1 до 0,2	0,15
15	от 0,2 до 0,3	0,25	от 0,1 до 0,2	0,15
16	от 0,3 до 0,5	0,40	от 0,1 до 0,2	0,15
17	от 1,8 до 2,2	2,00	от 1,0 до 1,2	1,10
18	от 0,2 до 0,3	0,25	от 0,1 до 0,2	0,15

З використанням даних (табл. 1) було розраховано необхідну кількість ІТР

$$P_n = T \cdot A / \Phi_{op} \cdot K_{вн}, \quad (1)$$

де: T – трудомісткість виробу (комплекту виробів), н.-год.;

A – кількість завдань;

Φ_{op} – дійсний ефективний фонд робочого часу одного робітника, год.;

Розділ 3. Керування

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання норм.

Цикловий час $\Pi_{n,ді}$ виконання n -ої дії

$$\Pi_{n,ді} = T_{n,ді} / K_{вн} / p_n \quad (2)$$

де $T_{n,ді}$ – трудомісткість виконання n -ої дії, н.-год.;

p_n – кількість одночасно працюючих при виконанні n -ої дії;

Розрахунки проведені для наступних вихідних даних:

$A = 3600$ завдань; $\Phi_{др} = 1820$ год.; $K_{вн} = 1,2$. Кількість одночасно працюючих p_n розподіляється, не перевищуючи значення, яке було отримане за (1) і розподіляється по діям, у залежності від трудомісткості виконання дії.

Результати розрахунків для кожної системи підготовки документації представлені відповідно у табл. 2 і табл. 3 та на рис. 4.

Таблиця 2.

Значення показників трудомісткості, кількості ІТР та циклового часу виконання завдання для паперової системи ведення документації

№ дії	Зміст завдання (скорочено)	Середня трдомісткість виконання n -ої дії $T_{n,ді}$, н-ГОД	Коеф. виконання норм $K_{вн}$	Кільк. одночасно працюючих при виконанні n -ої дії p_n , ЧОЛ.	Цикловий час виконання n -ої дії $\Pi_{n,ді}$, н-ГОД
1	2	3	4	5	6
1	Отримання документації	1,00	1,2	2	0,42
2	Поділ копій на робочі екземпляри	0,30	1,2	2	0,13
3	Передача документів в планове бюро	0,15	1,2	1	0,13
4	Передача документів в архів	0,15	1,2	1	0,13
5	Реєстрація документів в плановому бюро	1,00	1,2	3	0,28
6	Уточнення термінів на запуск в плановому бюро	0,30	1,2	1	0,25
7	Призначення відповідального за запуск технолога начальником	0,25	1,2	1	0,21

1	2	3	4	5	6
8	Пошук архіваріусом необхідних креслень і нормативних документів	1,00	1,2	1	0,83
9	Замовлення необхідних креслень і нормативних документів в центральному архіві	1,00	1,2	1	0,83
10	Отримання замовлених креслень і нормативних документів в центральному архіві	2,15	1,2	1	1,79
11	Уточнення питань у конструктора	4,15	1,2	1	3,46
12	Написання технологом технології	0,40	1,2	1	0,33
13	Написання технологом замовлення на виготовлення оснащення	0,25	1,2	1	0,21
14	Перевірка технологій начальником технологічного бюро	0,25	1,2	1	0,21
15	Передача технологічних процесів в планове бюро	0,25	1,2	1	0,21
16	Виконання відповідних відміток в зареєстрованій картці обліку документа в плановому бюро	0,40	1,2	2	0,17
17	Замовлення необхідного матеріалу на виготовлення деталей	2,00	1,2	2	0,83
18	Реєстрація в книзі завдань з подальшою передачею на виробничу дільницю	0,25	1,2	2	0,10

Сумарно:

$$\Gamma = \sum_{n=1}^{18} T_{n_{\text{дп}}} = 15,25$$

—

$$p = \sum_{n=1}^{18} p_n = 25 \quad (1)$$

$$\Pi = \sum_{n=1}^{18} U_{n_{\text{дп}}} = 10,52$$

Розділ 3. Керування

Таблиця 3.

Значення показників трудомісткості, кількості ІТР та циклового часу виконання завдання за допомогою ERP-систем

№ дії	Зміст завдання (скорочено)	Середня трудомісткість виконання дії $T_{дії}$, н-год	Коеф. виконання норм $K_{вн}$	Кільк. одночасно працюючих p_n , чол.	Цикловий час виконання дії $\Pi_{дії}$, н-год
-------	----------------------------	---	----------------------------------	--	---

1-6, 9, 10 Дія виконується автоматично

7	Призначення відповідального за запуск технолога начальником	0,15	1,2	1	0,13
8	Створення робочих ескізів по моделям;	0,45	1,2	1	0,38
11	Уточнення питань у конструктора;	1,50	1,2	1	1,25
12	Написання технологом технології;	0,25	1,2	1	0,21
13	Написання технологом замовлення на виготовлення оснащення;	0,80	1,2	1	0,66
14	Перевірка технологій начальником технологічного бюро;	0,15	1,2	1	0,13
15	Передача технологічних процесів в планове бюро;	0,15	1,2	1	0,13
16	Виконання відповідних відміток в зареєстрованій картці обліку документа в плановому бюро;	0,15	1,2	1	0,13
17	Замовлення необхідного матеріалу на виготовлення деталей;	1,10	1,2	1	0,92
18	Реєстрація в книзі завдань з подальшою передачею на виробничу дільницю;	0,15	1,2	1	0,13

Сумарно:

$$T = \sum_{n=1}^{18} T_{n_{дії}} = 4,85$$

$$p = \sum_{n=1}^{18} p_n = 8 \quad (1)$$

$$\Pi = \sum_{n=1}^{18} \Pi_{n_{дії}} = 4,07$$

Отримані данні відображені на рис. 4.

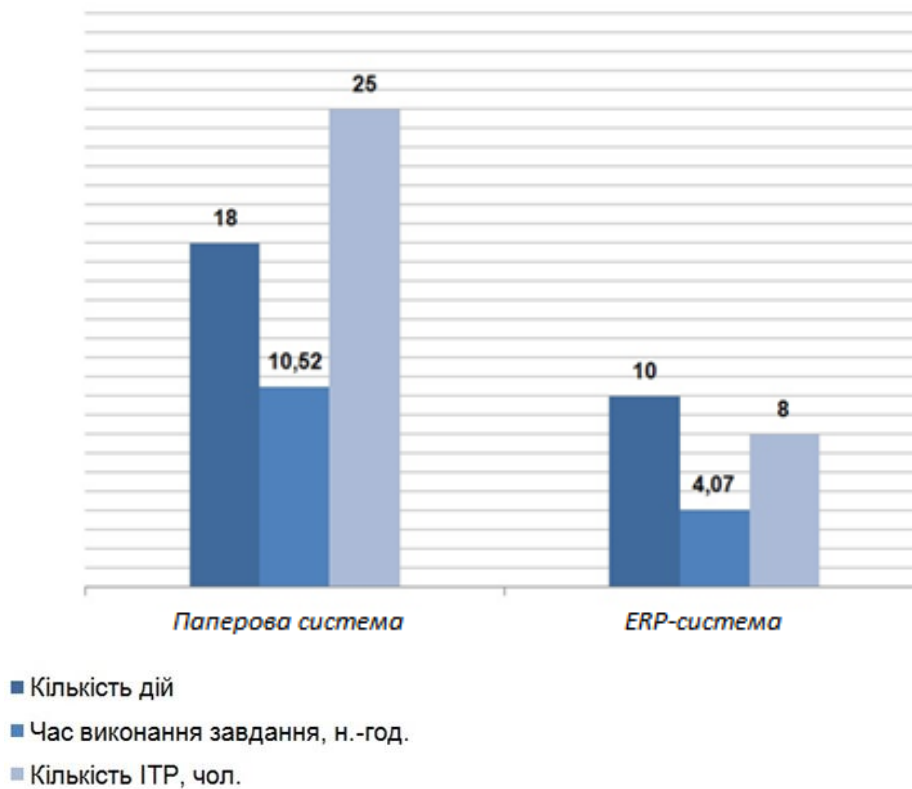


Рис. 4. Кількість дій, час виконання завдань і кількість ІТР для підготовки запуску виготовлення виробів

Висновок

Аналіз результатів досліджень показав:

- застосування запропонованої системи під час підготовки документації дозволяє істотно знизити роль суб'єктивного фактору на якість розробки, а за умови зниження необхідного об'єму фінансових (у 2 рази) та людських (у 3 рази) ресурсів забезпечить виконання у повному обсязі виробничих завдань за усіма етапами життєвого циклу виготовлення виробу;
- для реалізації запропонованої системи сучасне підприємство має необхідне програмне забезпечення та інструментальну базу.

Список використаної літератури

1. *Макаренко Н. О.* Новая наука: Опыт, традиции, инновации. / Н. О Макаренко // Современные проблемы предприятий ракетно-космической промышленности и пути их решения / Н. О. Макаренко. – Красноярск, 2016. – (Новая наука: Опыт, традиции, инновации.). – С. 170–173.

2. *Матвійшин Є. Г.* Стратегічне управління людськими ресурсами / Є. Г. Матвійшин. – Львів, 2011. – (Навчальний посібник).
3. *Петрова І. Л.* Стратегічне управління людськими ресурсами / І. Л. Петрова. – Київ, 2013. – (Навчальний посібник).
4. *Никифоренко В. Г.* Стратегічне управління людськими ресурсами / В. Г. Никифоренко. – Одеса, 2014. – (Навчальний посібник).
5. Башарина А. В. Финансовое положение и эффективность использования ресурсов предприятия / А. В. Башарина, Н. Н. Илышева, А. Ф. Черненко. – Москва, 2009. – (монографія).
6. Волкова Т. В. Новая наука: Опыт, традиции, инновации / Т. В. Волкова, А. А. Довольнов, Д. А. Егоров // Назревшая необходимость модернизации ракетно-космической промышленности / Т. В. Волкова, А. А. Довольнов, Д. А. Егоров. – Красноярск, 2016. – (Новая наука: Опыт, традиции, инновации.). – С. 413–415.
7. <https://www.it.ua/> – Головна сторінка IT-Enterprise
8. <https://kctsoft.ru/> – Головна сторінка СуперОкна8
9. <https://www.itokna.ua/> – Головна сторінка IT-Окна
10. *Толстой С. А.* Методичні рекомендації по виконанню курсової роботи з предмета «Економіка, організація і планування виробництва» / С. А. Толстой. // КиАТ. – 2015.
11. *Мирошниченко К. Д.* Вопросы экономики / К. Д. Мирошниченко // Управление жизненным циклом товара / К. Д. Мирошниченко. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2010. – С. 28-31.