

ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень

«Допущено до захисту»
Гарант ОПП

Дмитро ЖЕРЛІЦІН

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо професійної програми
«Бізнес-процеси та операційна ефективність»
за спеціальністю 051 «Економіка»

**на тему: «Підвищення операційної ефективності на основі
визначення можливостей для оптимізації
виробничих процесів»**

Керівник роботи

Наталя ШЕВЧЕНКО

Консультант від
бази практики

Сергій ГУБАНОВ

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело*

Здобувач

Сергій Чернишев

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Юлія РЯХОВСЬКА

Запоріжжя 2025

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет	<u>автоматизації виробництва та цифрових технологій</u>
Кафедра	<u>цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень</u>
Ступінь вищої освіти	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>051 Економіка</u>
ОПП	<u>Бізнес-процеси та операційна ефективність</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОПП

___ Дмитро ЖЕРЛІЦИН

«14» жовтня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Чернишева Сергія Петровича

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи Підвищення операційної ефективності на основі визначення можливостей для оптимізації виробничих процесів
керівник роботи Шевченко Наталя Юріївна кандидат економічних наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету від 14.10.2024 р. №238/14.10.2024
2. Термін подання роботи 10.02.2025 р.
3. Вихідні дані до роботи Навчальна література, регламенти, методична література з спеціальних дисциплін та дипломування, науково-дослідницькі роботи з тематики кваліфікаційної роботи, літературні джерела, дані АТ «Мотор Січ» м. Запоріжжя, результати власних досліджень тощо.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Анотація. Зміст. Вступ. 1. Теоретичні та практичні засади планування виробництва підприємства в контексті оптимізації виробничих процесів. 2. Визначення напрямів забезпечення операційної ефективності на підставі можливостей підвищення ефективності виробництва АТ «Мотор Січ». 3. Оцінка результатів впровадження системи планування виробництва на АТ «Мотор Січ». Висновки. Перелік використаних джерел.
5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Актуальність, мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження; результати аналізу системи планування виробництва підприємства; моделі бізнес-процесу «as is» та «to be»; напрями вдосконалення бізнес-процесу з позиції впливу на операційну ефективність; обґрунтування доцільності впровадження запропонованих вдосконалень; структура регламенту бізнес-процесу з урахуванням нововведень; апробація результатів досліджень

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
Розділ 1	Шевченко Н.Ю.
Розділ 2	Шевченко Н.Ю.
Розділ 3	Шевченко Н.Ю.

7. Дата видачі завдання 14.10.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Розділ 1. Теоретичні та практичні засади планування виробництва підприємства в контексті оптимізації виробничих процесів	02.12.2024 – 09.12.2024
2	Розділ 2. Визначення напрямів забезпечення операційної ефективності на підставі можливостей підвищення ефективності виробництва АТ «Мотор Січ»	02.12.2024 – 17.12.2024
3	Розділ 3. Оцінка результатів впровадження системи планування виробництва на АТ «Мотор Січ»	09.12.2024 – 22.12.2024
4	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	16.12.2024 – 04.02.2025
5	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	04.02.2025 – 05.02.2025
6	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	06.02.2025 – 10.02.2025
7	Рецензування завершеної роботи. Захист	11.02.2025 – 18.02.2025

Здобувач

(Сергій ЧЕРНИШЕВ)

АНОТАЦІЯ

Чернишев С.П. *Підвищення операційної ефективності на основі визначення можливостей для оптимізації виробничих процесів.*

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеню вищої освіти – магістр за спеціальністю 051 Економіка, ОПП Бізнес-процеси та операційна ефективність – ТОВ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, 2025.

В першому розділі роботи розглянуто теоретичні засади та принципи системи планування виробництва в світовій практиці, а також особливості підходу до планування у сучасних умовах індустріального розвитку в рамках Індустрії 4.0. Проведено аналіз причин і факторів скорочення обсягів виробництва та реалізації машинобудівної продукції українського виробництва. Визначені етапи бізнес-процесу планування виробництва з використанням циклу PDCA для забезпечення операційної ефективності підприємства. В результаті розробки моделі чорної скриньки (black-box) для системи планування виробництва, були визначені ключові входні та вихідні параметри, які впливають на ефективність виробничих процесів. Визначені основні сучасні інструменти і технології спрямовані на підвищення ефективності бізнес-процесу планування виробництва.

В другому розділі роботи проведено аналіз фактичного стану бізнес-процесу планування виробництва АТ "Мотор Січ", на основі вивчених теоретичних підходів до конструювання бізнес-процесу планування виробництва розроблено контекстну діаграму бізнес-процесу «As is», діаграму декомпозиції «As is». В процесі аналізу існуючої системи планування виробництва виявленні вузькі місця, які не дозволяють використати існуючий потенціал виробництва підприємства. Було запропоновано зміни в бізнес-процесі для вирішення визначених питань з метою підвищення операційної ефективності, побудована контекстна діаграма бізнес-процесу «To be», діаграма декомпозиції «To be».

В третьому розділі запропонована збалансована система оцінок ефективності системи планування, наведені результати порівняння до і після впровадження змін. Розроблено регламент планування з детальним описом всіх етапів процесу. За допомогою матриці RACI виконано розподіл обов'язків та відповідальності між різними ролями в організації. В ризики впровадження змін у системі планування

виробництва на АТ «Мотор Січ», які були виявлені за допомогою проведеного SWOT-аналізу.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВА В КОНТЕКСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ	11
1.1. Особливості планування виробництва в контексті оптимізації виробничих процесів на підприємствах машинобудівної галузі	11
1.2. Аналіз чинників, які впливають на ефективність виробництва.....	24
1.3. Сучасні інструменти та методи планування виробництва.....	34
Висновки за розділом 1.....	47
2. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ПІДСТАВІ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА АТ «МОТОР СІЧ».....	50
2.1. Дослідження поточного стану процесу планування виробництва на підприємстві АТ «Мотор Січ» та визначення напрямів удосконалення.....	50
2.2. Моделювання майбутнього стану процесу планування виробництва з використанням можливостей ERP-системи для підвищення ефективності виробництва.....	59
2.3. Побудова системи критеріїв оцінювання ефективності системи планування виробництва.....	67

Висновки за розділом 2.....	76
3. ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА НА АТ «МОТОР СІЧ».....	77
3.1. Організаційно-економічні основи впровадження проєкту удосконалення системи планування виробництва на АТ «Мотор Січ».....	77
3.2. Визначення джерел операційної ефективності та ризиків впровадження проєкту удосконалення системи планування виробництва на АТ «Мотор Січ».....	89
Висновки за розділом 3.....	99
ВИСНОВКИ.....	101
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	104

ВСТУП

Актуальність теми роботи. Оптимізація виробничих процесів є ключовим чинником підвищення операційної ефективності підприємств, особливо в умовах нестабільного економічного середовища та воєнних викликів. Водночас, досягнення високих результатів цієї оптимізації неможливе без якісного планування, яке забезпечує узгодженість всіх етапів виробництва та ефективне використання ресурсів. Саме реінжиніринг підходів до планування виробництва, що враховує гнучкість, адаптивність і ресурсну ефективність, дозволяє забезпечити безперебійність виробничих процесів, мінімізувати ризики та підвищити конкурентоспроможність підприємств. Інноваційні методи планування сприяють створенню інтегрованої системи управління виробничими процесами, яка дозволяє своєчасно реагувати на зміни та забезпечувати стабільність роботи підприємств навіть у складних умовах.

Однією з головних проблем, з якою стикаються українські підприємства машинобудування, є дефіцит трудових ресурсів. Військові дії, мобілізація, а також масова міграція громадян, пов'язана із загрозою життю та безпеці, істотно скорочують кількість кваліфікованих робітників та інженерних кадрів. Особливо гостро ця проблема відчувається на підприємствах, що вимагають високої кваліфікації працівників для виконання складних виробничих операцій. Брак кадрів веде до зниження продуктивності праці, подовження термінів виконання замовлень і погіршення якості продукції. В цих умовах підприємствам необхідно шукати способи оптимізації використання наявних кадрів і мінімізації втрат у процесі їхньої роботи.

Крім того, підприємства стикаються з проблемами в постачанні сировини та комплектуючих. Загострення торговельних відносин, руйнування логістичних маршрутів, проблеми з транспортуванням і

постачанням ведуть до дефіциту необхідних матеріалів для виробництва. Проблеми з постачанням цих матеріалів і компонентів призводять до збоїв у виробничих процесах, збільшення витрат на їхнє придбання та затримки термінів виконання замовлень. У цій ситуації підприємства змушені шукати альтернативні рішення, такі як використання дешевших аналогів або перебудова виробничих процесів для використання інших, доступних ресурсів.

Крім того, обмежені можливості в доступі до енергетичних ресурсів і нестабільність їх поставок вимагають перегляду виробничих і логістичних ланцюжків. Підприємствам необхідно адаптуватися до нових умов, мінімізуючи витрати на ресурси, при цьому не знижуючи якості продукції.

Окрім цього, важливим фактором є обмеженість фінансових ресурсів. Внаслідок економічної нестабільності та зменшення фінансових потоків підприємства мають шукати способи оптимізації витрат. Необхідність оперативного скорочення витрат стає актуальним завданням для всіх підприємств, у тому числі для машинобудівних. При цьому важливо розуміти, що в умовах дефіциту фінансових коштів оптимізація не повинна стосуватися тільки витрат на виробництво. Важливим аспектом є також оптимізація витрат на логістику, маркетинг і управління запасами, що дасть змогу зменшити втрати і збільшити ефективність бізнесу загалом.

В умовах обмеженості ресурсів і нестабільності зовнішнього середовища підприємствам вкрай важливо переглянути свої підходи до планування виробництва. Наявні методи планування часто виявляються неефективними, коли доводиться працювати в умовах обмеженого доступу до ресурсів, скороченої кількості працівників і підвищених ризиків. У таких умовах потрібне гнучкіше й адаптивніше планування, яке враховує мінливі умови зовнішнього середовища і дає змогу оперативно реагувати на зміни. Оптимізація бізнес-процесів,

особливо в частині планування виробництва, стає не просто важливою, а життєво необхідною для забезпечення безперебійного функціонування підприємства.

Постановка проблеми. Недосконалість традиційних підходів до планування виробництва ускладнює реалізацію стратегій оптимізації, що призводить до неефективного використання ресурсів, зниження продуктивності та нестабільності виробничих процесів. У сучасних умовах необхідним є комплексний підхід до вдосконалення системи планування, який дозволить підвищити рівень координації між усіма етапами виробничого циклу, скоротити втрати часу та ресурсів, а також підвищити адаптивність підприємств до змін зовнішнього середовища.

Мета дослідження – розроблення заходів щодо вдосконалення системи планування виробничих процесів для їх оптимізації з метою підвищення операційної ефективності (скорочення витрат, поліпшення контролю за виробничими процесами, ефективне управління трудовими ресурсами, запасами та обладнанням).

Задачі дослідження:

- провести аналіз системи планування виробництва підприємства як основи для оптимізації його виробничих процесів;
- дослідити процес інформаційно-аналітичного забезпечення прийняття управлінських рішень на підприємстві та визначити фактори, що можуть вплинути на зміну системи планування виробництва підприємства з огляду на оптимізацію виробничих процесів;
- вивчити бізнес-процес планування виробництва підприємства через побудову моделі «As is»;
- запропонувати напрями удосконалення бізнес-процесу планування виробництва підприємства як основи для оптимізації його виробничих процесів та з метою підвищення операційної ефективності (побудова моделі «To be»).
- проаналізувати можливі ризики впровадження змін;

– оцінити організаційно-економічні результати впровадження проєкту удосконалення системи планування виробництва.

Об’єкт дослідження – планування виробництва підприємства як ключовий етап оптимізації виробничих процесів.

Предмет дослідження – теоретичні підходи, методи та інструменти оптимізації виробничих процесів та планування виробництва як ключового етапу цієї оптимізації.

Результати та обґрунтування їх новизни/ інноваційності. Новизна роботи полягає в розробці комплексного підходу до впровадження технологій ERP-системи (SAP APO) і процесу ковзного планування S&OP як інструментів оптимізації виробничих процесів на етапі планування виробництва з метою підвищення операційної ефективності на прикладі конкретного підприємства, що дозволило врахувати специфіку машинобудівного виробництва та адаптувати міжнародні практики до умов вітчизняного ринку. Інноваційність дослідження проявляється також у застосуванні SWOT-аналізу як інструменту для оцінки ризиків і можливостей реінжинірингу системи планування виробництва для підвищення операційної ефективності через удосконалення бізнес-процесів.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 108 сторінок, робота містить 17 рисунків, 16 таблиць. Список використаних джерел складається з 42 джерел.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВА В КОНТЕКСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

1.1 Особливості планування виробництва в контексті оптимізації виробничих процесів на підприємствах машинобудівної галузі

З кожним етапом індустріальної революції відбувалися значні зміни в технологіях та організації виробництва, що безпосередньо впливало на способи планування та управління виробничими процесами. Бізнес-процес планування виробництва, що відіграє центральну роль у забезпеченні ефективного використання ресурсів, безперервно вдосконалювався, адаптуючись до змін у промисловості та на ринку. Від простого розподілу праці в Індустрії 1.0 до складних цифрових рішень в Індустрії 4.0 [1], роль планування еволюціонувала, щоб справлятися зі збільшеними вимогами до продуктивності, гнучкості та інтеграції.

Таблиця 1.1 – Особливості систем планування виробництвом при Індустріях 1.0 – 4.0

Етап	Період	Особливості системи планування виробництва	Ключові фігури
Індустрія 1.0	середина 18 століття - середина 19 століття	Не існувало системного або формалізованого планування. Адміністративне планування та ручне управління. В умовах, коли виробництво тільки починало переходити від ремісничого до машинного, головним елементом було локальне та ситуативне планування, яке залежало від	-

Продовження табл. 1.1

Етап	Період	Особливості системи планування виробництва	Ключові фігури
		господарської активності власників фабрик і майстерень.	
Індустрія 2.0	середина 19 століття - 1920	Початок використання наукових методів управління. Стратегічне планування, яке охоплювало довгострокові проекти, наприклад, створення великих виробничих потужностей, розширення мережі поставок і логістики.	Фредерік Тейлор, Уолтер Шухарт, Генрі Форд
Індустрія 3.0	середина 20 століття - 1970-ті роки	Розвиток нових технологій в галузі комп'ютеризації, електроніки та засобів зв'язку, що дає змогу здійснювати більш точне планування та контроль за виробничими процесами. Тактичне та оперативне планування. Впровадження автоматизованих систем управління виробництвом (АСУВ) стало необхідним для контролю та оптимізації процесів у реальному часі. Для цього були потрібні гнучкі системи планування, які могли б враховувати зміни на ринку та виробничі обмеження.	Джордж Данціг, Тьялінг Купманс, Саймон Кузнець, Еліягу Голдратт Кеннет Ерроу, Леонід Канторович
Індустрія 4.0	2000-ті роки - сучасність	Характеризується широким впровадженням цифрових технологій, інтелектуальних виробничих систем та автоматизації, характерним є гнучкий та адаптивний тип планування виробництва. У цьому контексті планування відбувається в реальному часі та на основі аналізу величезних масивів даних, які генеруються за допомогою Інтернету речей (IoT),	Майкл Портер, М'артін Ф'аулер

Етап	Період	Особливості системи планування виробництва	Ключові фігури
		штучного інтелекту (AI), машинного навчання, а також великих даних (Big Data). Основна мета такого планування - підвищити гнучкість і оперативність управління виробничими процесами, щоб швидко адаптуватися до змін у попиті, постачанні або інших умовах зовнішнього середовища. Важливо зазначити, що планування стає не просто процесом розрахунку, а й динамічним завданням, що може оперативно змінюватися у відповідь на зовнішні та внутрішні сигнали, що особливо актуально для виробництв, які працюють в умовах нестабільного ринку та швидких технологічних змін.	

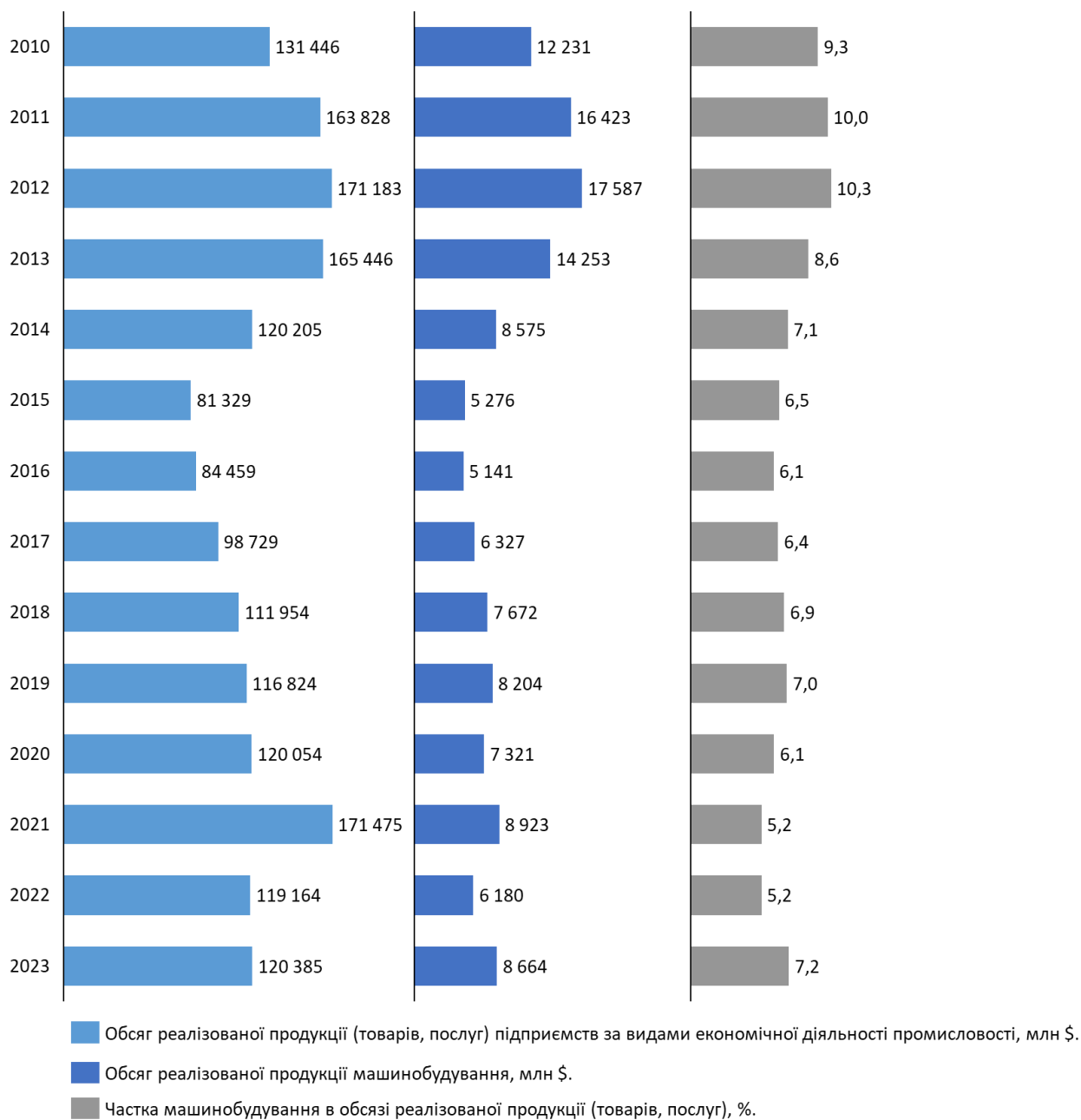
Джерело: систематизовано автором за результатами опрацювання джерел [1], [2] та [3]

Отже, з кожним новим етапом індустріальної революції технології та організація виробництва ставали дедалі складнішими та інноваційними, що безпосередньо впливало на методи планування та управління виробничими процесами. Індустрія 4.0 представила значні зміни в підходах до планування виробництва завдяки впровадженню цифрових технологій, автоматизації та інтелектуальних виробничих систем. Важливою перевагою цієї системи є її гнучкість та адаптивність, що дозволяє оперативно реагувати на зміни у попиті, постачанні та інших умовах зовнішнього середовища. Підтримка реального часу та використання величезних масивів даних через IoT, штучний інтелект і великі дані дозволяють забезпечити більш точне та швидке прийняття

рішень, що є необхідним для досягнення високої ефективності в умовах нестабільного ринку.

Однією з ключових переваг планування в Індустрії 4.0 є здатність оперативно коригувати виробничі процеси [1], що особливо актуально в умовах швидких технологічних змін та вимог до гнучкості. Відтак, підприємства, що застосовують ці сучасні методи планування, мають значні конкурентні переваги, оскільки вони можуть не тільки швидко реагувати на зміни, але й проактивно прогнозувати майбутні потреби та можливості для оптимізації ресурсів.

Машинобудування традиційно посідає важливе місце в економіці України [4], будучи одним із ключових секторів, що справляє значний вплив на зростання промислового виробництва, створення робочих місць та розвиток експорту. З 2010 до 2023 року ця галузь продовжувала бути важливим локомотивом економіки України, проте за останні роки спостерігається значне скорочення обсягів виробництва та реалізації машинобудівної продукції українського виробництва, як в абсолютному значенні, так і у відсотковому відношенні до загального обсягу реалізованої продукції (рисунок 1.1). Проблеми, з якими стикається вітчизняне машинобудування, варіюються від застарілої технічної бази до недостатньої ефективності використання ресурсів, що не дає змоги підприємствам залишатися конкурентоспроможними на світовому ринку.



Примітки.

1. Дані наведено без урахування результатів діяльності бюджетних установ, за 2014-2021 роки без тимчасово окупованої території Автономної Республіки
2. Дані сформовано за функціональним підходом. Функціональний підхід – спосіб узагальнення даних, за яким показники діяльності суб'єктів формуються за однорідними видами економічної діяльності.
3. Дані наведено в перерахунку в долари США по офіційному курсу гривні щодо іноземних валют, встановленим НБУ.

Рисунок 1.1 – Обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг) підприємств за видами економічної діяльності промисловості у 2010–2023 роках. Джерело: [4], [5]

Однією з основних причин зниження конкурентоспроможності української машинобудівної продукції є неефективне використання ресурсів - трудових, сировинних, фінансових і технологічних. Нераціональний розподіл цих ресурсів, а також відсутність ефективних методів управління та планування бізнес-процесів призводить до збільшення витрат, зниження якості та порушення термінів виконання замовлень. У результаті багато українських машинобудівних підприємств не можуть ефективно конкурувати з міжнародними виробниками, чиї процеси оптимізовані з використанням передових технологій і сучасних методів управління.

В умовах нинішньої економічної нестабільності та глобальної конкуренції, бізнес-процес планування стає критично важливим для забезпечення операційної ефективності підприємств машинобудування. Оптимізація планування дає змогу точніше враховувати попит, ресурси і можливості, ефективно розподіляючи сили і засоби, мінімізуючи витрати і підвищуючи продуктивність. Впровадження сучасних методів планування на основі даних і цифрових технологій може стати ключем до підвищення конкурентоспроможності та повернення українських підприємств до числа лідерів світового машинобудування.

Планування є важливим інструментом управління, що дозволяє визначити напрямки розвитку підприємства шляхом формулювання цілей і завдань, а також розробки заходів, які допомагають покращити результати діяльності та запобігти виникненню негативних ситуацій.

Планування — це діяльність, що включає встановлення мети, яку підприємство має досягти за визначений період, постановку завдань, які необхідно вирішити, та визначення шляхів і умов їх реалізації [6]. Цей процес є творчим і передбачає вибір основних видів продукції або послуг, визначення економічних та соціальних цілей підприємства, а також вибір способів досягнення поставлених завдань. Планування

передбачає розробку плану діяльності підприємства на певний період і контроль за його виконанням, з можливістю коригування у разі змін внутрішнього чи зовнішнього середовища.

Термін "планування діяльності підприємства" аналізується з двох основних підходів: перший — загальноекономічний, що відповідає теоретичним основам підприємництва та його суті; другий — управлінський, що розглядає планування як одну з головних функцій менеджменту, яка дозволяє прогнозувати майбутній розвиток підприємства. Обидва підходи взаємопов'язані, оскільки можливості планування як діяльності залежать від природи підприємства та загальних умов господарювання.

Для підвищення ефективності планування стає необхідним використання інформаційних систем, які можуть об'єднати найкращі риси двох підходів: збереження великих обсягів даних і можливість їх оперативного опрацювання за допомогою інформаційних технологій, а також інтеграцію досвіду управлінців для повноцінного врахування всіх факторів, що впливають на процеси управління [7].

Використання циклу PDCA [8] при створенні бізнес-процесу планування виробництва є критично важливим для забезпечення операційної ефективності підприємства. Цей підхід дозволяє організаціям систематично та послідовно вдосконалювати виробничі процеси, забезпечуючи безперервний контроль та коригування планів відповідно до змінних умов. Цикл PDCA дає змогу чітко визначити цілі та стратегії [9], ретельно оцінити виконання плану, виявляти недоліки, а також коригувати плани на основі зворотного зв'язку та отриманих результатів. Завдяки такому підходу підприємства можуть досягати високої гнучкості у виробничих процесах, своєчасно реагувати на зміни в попиті та умовах ринку, а також забезпечувати оптимальне використання ресурсів. У результаті, цикл PDCA (Рисунок 1.2) стає

ефективним інструментом для підвищення продуктивності, зниження витрат і досягнення стратегічних цілей підприємства [4].

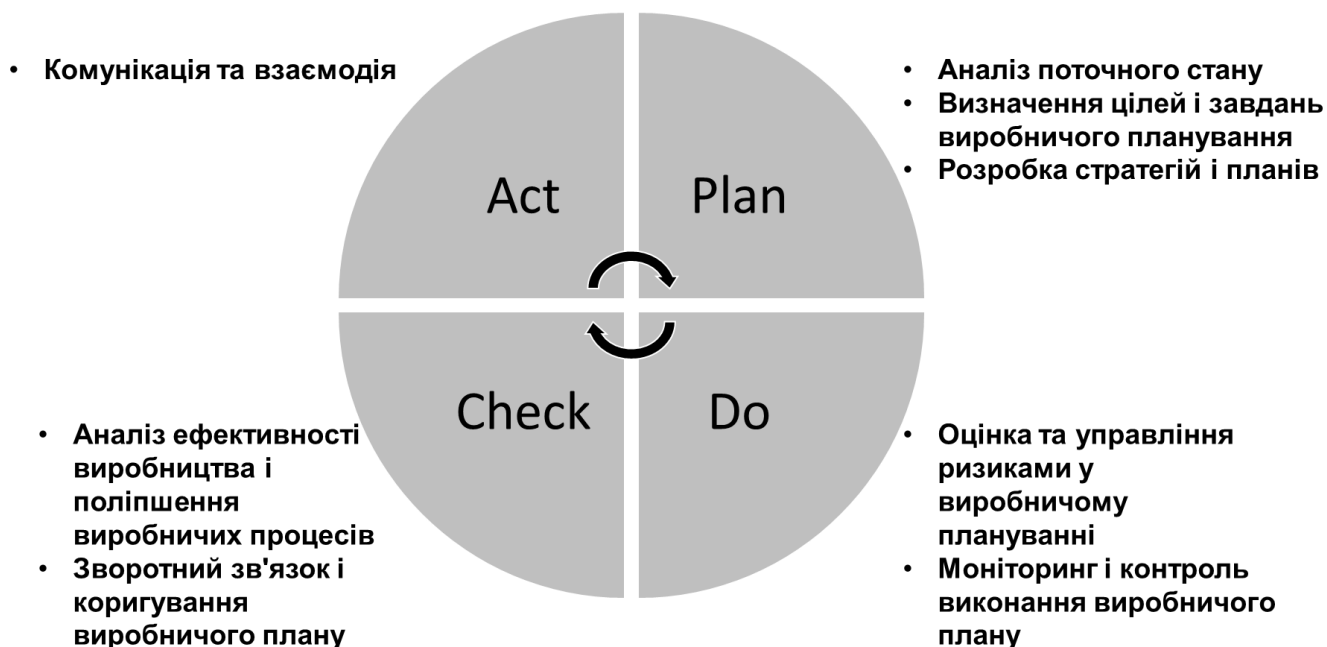


Рисунок 1.2 – Моделювання процесу планування виробництва за циклом PDCA. Джерело: [4]

Аналіз поточного стану виробництва — ключовий етап у плануванні, що дозволяє оцінити функціонування підприємства та виявити проблеми, які знижують ефективність. Він включає оцінку виробничих потужностей, рівня завантаження обладнання, технічного стану та автоматизації, що допомагає виявити вузькі місця [10]. Окрім цього, аналізуються використання ресурсів: сировини, матеріалів і трудових ресурсів, враховуючи кваліфікацію та мотивацію працівників [11].

Особливу увагу приділяють технологічним процесам для виявлення неефективних операцій, а також якості продукції — дефектності, браку та відповідності стандартам. Комплексний аналіз цих факторів дає змогу знайти можливості для покращення, що стає

основою для оптимізації виробничого плану та підвищення ефективності при зменшенні витрат [12].

Етап визначення цілей і завдань виробничого планування спрямований на координацію дій для досягнення стратегічних і оперативних цілей підприємства. Стратегічні цілі визначають довгострокові напрями розвитку, такі як розширення потужностей чи впровадження нових технологій, тоді як оперативні цілі фокусуються на короткострокових результатах, наприклад, збільшенні обсягів виробництва або зниженні собівартості.

Завдання планування конкретизують шляхи досягнення цілей і можуть охоплювати різні аспекти діяльності, такі як підвищення якості продукції чи зниження витрат. Важливо враховувати зовнішні та внутрішні ризики, наприклад, проблеми з постачаннями чи обладнанням, і розробляти стратегії мінімізації цих ризиків.

Для оцінки ефективності виконання цілей необхідно створити систему показників, що включатиме як кількісні (зростання обсягів чи зниження витрат), так і якісні (рівень задоволеності клієнтів) показники. Вони повинні бути тісно пов'язані з основними цілями підприємства.

Наступний етап – це розробка стратегій і планів, він включає визначення ключових параметрів для досягнення цілей при обмежених ресурсах [13]. Він є основою ефективного управління, зокрема для забезпечення попиту, оптимізації процесів і правильного розподілу ресурсів. Процес розпочинається з оцінки виробничих потужностей, враховує прогнозування попиту, сезонні коливання та можливість перерозподілу ресурсів.

Ключовими етапами є визначення структури виробничого процесу, розподіл операцій і завдань, управління запасами для зменшення витрат, а також інтеграція контролю якості на всіх етапах. Важливим інструментом є моделювання виробничих процесів [14], що дозволяє прогнозувати їх поведінку, виявляти вузькі місця та оптимізувати

технологічні ланцюжки, мінімізуючи неефективності. Моделювання також дає змогу оцінювати вплив зовнішніх чинників на виробництво, прогнозувати ризики і оптимізувати використання ресурсів для зменшення витрат.

Оцінка та управління ризиками є ключовими елементами для забезпечення ефективності та стійкості виробничого процесу. В умовах невизначеності підприємства стикаються з різноманітними ризиками, які можуть вплинути на виконання плану, його строки, якість та витрати. Процес управління ризиками включає їх ідентифікацію, оцінку ймовірності наслідків та розробку стратегій мінімізації.

Ідентифікація ризиків охоплює фактори, як нестабільність поставок, поломки обладнання, зміни на ринку або внутрішні проблеми, такі як нестача кваліфікованого персоналу. Оцінка ризиків передбачає використання методів, таких як матриці ймовірності та аналіз чутливості для визначення найбільш критичних загроз.

Управління ризиками передбачає кілька стратегій: мінімізацію ризиків через покращення контролю та модернізацію, прийняття ризиків, коли їх наслідки незначні, або перерозподіл ризиків через страхування чи аутсорсинг. Важливими є також заходи для зниження впливу ризиків, зокрема резервні потужності та плани аварійних дій.

Контроль ризиків дозволяють оперативно реагувати на зміни, а оцінка ефективності заходів забезпечує покращення стратегій управління ризиками та підвищення стійкості підприємства.

Моніторинг і контроль виконання виробничого плану є критично важливими для досягнення цілей і успішного виконання завдань. Вони спрямовані на відстеження запланованих операцій і виявлення відхилень, що дозволяє оперативно коригувати дії та мінімізувати ризики.

Основною метою моніторингу є відстеження виконання плану в реальному часі через збір і аналіз даних щодо ресурсів, витрат і

термінів. Це дає змогу виявляти проблеми, такі як нестача матеріалів чи збої в обладнанні. Контроль виконання плану полягає в порівнянні фактичних результатів із плановими показниками, що дозволяє виявити відхилення за обсягами виробництва, якістю продукції або витратами.

Для ефективності моніторингу необхідна система зворотного зв'язку, що включає внутрішній контроль та використання сучасних інформаційних технологій, таких як ERP-системи, для збору і аналізу даних в реальному часі. Це забезпечує прозорість процесів, швидкість прийняття рішень і точність моніторингу.

Аналіз ефективності виробництва та поліпшення виробничих процесів є важливою складовою планування, орієнтованою на підвищення продуктивності, зниження витрат і покращення якості. Це включає оцінку використання ресурсів, виконання планів, дотримання термінів та досягнення фінансових результатів.

Процес починається з аналізу поточної діяльності, використовуючи показники продуктивності (коефіцієнти використання обладнання, витрати на одиницю продукції, рівень якості). Це дозволяє виявити надлишкові витрати та вузькі місця в технологічних ланцюгах. Аналіз виробничих процесів зокрема враховує ступінь автоматизації та раціональність операцій, що дозволяє знижувати витрати та підвищувати ефективність.

Далі визначаються напрямки для поліпшення, зокрема модернізація обладнання, впровадження нових технологій або оптимізація логістики. Оцінка витрат на зміни та їх вплив дозволяє обрати найбільш ефективні рішення.

Процес поліпшення має бути безперервним, з використанням методик Lean manufacturing або Six Sigma для зменшення витрат і підвищення продуктивності. Важливо, щоб ці зміни стали частиною корпоративної культури.

Аналіз також передбачає порівняння з конкурентами або кращими практиками галузі, що допомагає визначити слабкі місця та застосувати інноваційні підходи для покращення ефективності.

Таким чином, постійний моніторинг і вдосконалення виробничих процесів сприяють оптимізації витрат, підвищенню якості та конкурентоспроможності підприємства.

Зворотний зв'язок і коригування виробничого плану забезпечують його гнучкість і адаптивність до змін в умовах внутрішнього та зовнішнього середовища. Цей процес включає моніторинг виконання завдань і внесення змін у планові параметри для оптимізації виробничих процесів.

Зворотний зв'язок у виробничому плануванні полягає в зборі даних з різних підрозділів (виробництво, постачання, логістика), що дозволяє виявляти відхилення від встановлених цілей, таких як проблеми з обсягами виробництва чи перевитратами ресурсів. Оперативність отримання цієї інформації є критично важливою для своєчасної корекції.

Коригування плану вимагає системної оцінки причин відхилень, таких як дефіцит ресурсів чи технологічні збої. В залежності від аналізу, може бути здійснено перерозподіл ресурсів, зміна термінів або перегляд виробничих процесів. Важливо, що коригування має не лише короткостроковий характер, але й дозволяє вдосконалювати структуру планування для більш точного прогнозування майбутніх змін.

Коригування також може торкатися стратегічних аспектів виробництва, наприклад, зміни технологій чи модернізації обладнання на основі довгострокових тенденцій, виявлених через зворотний зв'язок.

Комунікація та взаємодія є ключовими аспектами виробничого планування, забезпечуючи координацію дій усіх підрозділів і оптимальне використання ресурсів. Основним елементом комунікації є обмін інформацією між відділами постачання, виробництва, логістики,

маркетингу та фінансів. Це дозволяє своєчасно отримувати дані про стан виробництва, ресурси, замовлення та ринкові зміни, що необхідно для коригування планів і оперативного вирішення проблем, таких як дефіцит сировини чи збої в поставках.

Взаємодія між підрозділами є важливою для запобігання порушенням у виробничому процесі. Наприклад, неузгодженість між відділом закупівель і виробництвом може призвести до затримок у постачаннях матеріалів. Рішення, прийняті з урахуванням інформації від суміжних підрозділів, дозволяють точніше прогнозувати потреби і терміни.

Зворотний зв'язок відіграє важливу роль у відстеженні виконання плану та виявленні відхилень, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в умовах виробництва.

Підводячи підсумки проведеного аналізу, можна зазначити, що інтеграція цифрових технологій, автоматизації та інтелектуальних виробничих систем є основою забезпечення гнучкості та адаптивності виробничих процесів у сучасних умовах. Це дає змогу підприємствам швидко реагувати на коливання попиту, зміни в ланцюгах постачання та технологічні трансформації, що особливо важливо для галузей, де швидкість адаптації має критичне значення для збереження конкурентоспроможності. При цьому ефективно виробниче планування, що враховує постійне вдосконалення процесів, дозволяє знижувати витрати, підвищувати продуктивність та оптимізувати використання ресурсів. Важливу роль у цьому процесі відіграє комплексна оцінка поточного стану виробництва, включаючи ресурси, технологічні процеси та якість продукції, що дає змогу виявити проблемні ділянки та розробити стратегії їх усунення. Також, управління ризиками, моніторинг виконання планів та зворотний зв'язок є важливими інструментами для забезпечення стабільності виробничих процесів. Постійний аналіз ефективності та коригування планів на основі змін

внутрішнього та зовнішнього середовища дозволяє організаціям адаптуватися до нових умов, забезпечуючи безперервний розвиток та конкурентоспроможність підприємства. Таким чином, впровадження сучасних методів планування та управління є важливою умовою для підвищення ефективності українських машинобудівних підприємств в умовах глобальної конкуренції та економічної нестабільності.

1.2 Аналіз чинників, які впливають на ефективність виробництва

Система планування виробництва є складним, багатовимірним та динамічним процесом, що вимагає інтеграції численних внутрішніх і зовнішніх факторів для досягнення оптимальних результатів. В контексті кібернетики, така система може бути описана як кібернетична модель з зворотним зв'язком, що функціонує в умовах постійної взаємодії з навколишнім середовищем [15]. Важливим концептуальним інструментом для розуміння цієї системи є підхід "чорної скриньки" (black-box), що дозволяє зосередитись на вхідних і вихідних параметрах системи, без необхідності глибоко досліджувати її внутрішні механізми. Згідно з цією моделлю, вхідними елементами є численні фактори, які мають вплив на виробничий процес, такі як ресурси, попит на продукцію, технології та внутрішні процеси підприємства. Вихідними елементами є результати виробничої діяльності, зокрема, продуктивність, якість продукції, витрати та терміни виконання замовлень.

Кібернетичний підхід дозволяє побудувати систему, що постійно адаптується до змін навколишнього середовища та внутрішніх умов підприємства [16]. Зворотний зв'язок, який є основним принципом цієї системи, забезпечує постійну корекцію і налаштування процесів на основі аналізу результатів, що отримуються на виході. Ключовою

характеристикою такої системи є її здатність до самоорганізації, де вхідні дані (зміни попиту, коливання на ринку, зміни у наявності ресурсів) активно взаємодіють з вихідними результатами виробництва, що дозволяє коригувати план в режимі реального часу. Підхід black-box дає змогу зосередитись на тому, що впливає на кінцевий результат, що є особливо важливим у умовах високої невизначеності і складності виробничих процесів.

Важливим аспектом цієї моделі є управління та механізми, які регулюють внутрішні процеси планування і виробництва. Керування в цій системі здійснюється через спеціалізовані процедури та алгоритми, що визначають, як повинні реагувати різні частини системи на зміни вхідних даних. Це можуть бути регулювання термінів виконання замовлень, перерозподіл ресурсів або коригування виробничих потужностей. Механізми, у свою чергу, це виконавці — як людські ресурси (оператори, менеджери, технічні спеціалісти), так і автоматизовані системи управління, такі як ERP-системи, що координують діяльність підрозділів підприємства. Взаємодія між керуванням та механізмами забезпечує необхідну гнучкість системи, що дозволяє оперативно адаптувати виробничі плани до зміни зовнішніх умов і внутрішніх обставин.

У такій моделі система планування виробництва стає інтеграційною платформою для взаємодії численних підсистем — від закупівель і логістики до виробництва та контролю якості, де кожен елемент є важливим входом у загальний процес. Важливою особливістю є те, що ці входи є динамічними, а значить, вимога до планування полягає не тільки в ефективному використанні наявних ресурсів, але й у здатності системи адаптуватися до швидко змінюваних умов.

На рисунку 1.3 наведена модель black-box для системи планування виробництва, яка демонструє загальну структуру взаємодії

вхідних і вихідних параметрів, при цьому не вимагає детального дослідження внутрішніх процесів системи. Вхідними елементами цієї моделі є різноманітні фактори, такі як інформація про попит на продукцію, матеріальні та технічні ресурси, трудові ресурси, фінансові дані, логістика та поставки, а також зовнішні фактори та оцінка ризиків. Вихідними параметрами є прогнози виробничих обсягів, розподіл ресурсів, фінансові показники та інформація про ефективність виконання плану, зокрема з урахуванням можливих ризиків та непередбачуваних обставин.

Для ефективної роботи моделі в конкретних умовах підприємства є декілька важливих аспектів. Зокрема, як підприємство прогнозує попит на продукцію, які джерела даних використовуються, чи є спеціалізовані інструменти для аналізу попиту, і як часто ці прогнози коригуються. Також, як підприємство управляє матеріальними і технічними ресурсами, як контролюються запаси та чи є автоматизовані системи для моніторингу ресурсів.

Не менш важливим є управління трудовими ресурсами, як здійснюється розподіл робочої сили, чи є дефіцит кваліфікованих працівників і чи проводяться програми навчання. Також важливі фінансові аспекти планування, зокрема, як оцінюються можливості підприємства для закупівлі ресурсів і інвестицій.

Що стосується зовнішніх факторів, важливо як підприємство аналізує економічні, політичні та природні ризики і які механізми для їх мінімізації використовуються, як взаємодіють різні підрозділи для виконання виробничих планів і як автоматизовані системи управління, такі як ERP-системи, коригують плани.



Рисунок 1.3 – Моделювання процесу планування виробництва black-box

Вхідні дані для системи планування на машинобудівному підприємстві охоплюють ряд факторів, що впливають на ефективність виробництва.

Інформація про попит включає прогнози, замовлення клієнтів і зміни на ринку. Важливо враховувати індивідуальні замовлення з конкретними вимогами щодо термінів і характеристик продукції, а також сезонні коливання попиту.

Матеріальні ресурси включають дані про необхідні матеріали, їх якість, доступність і постачання. Це також включає інформацію про рівень запасів на складі та час доставки сировини від постачальників, що критично впливає на безперервність виробництва.

Технічні та технологічні ресурси охоплюють інформацію про стан обладнання, його потужність та ефективність, а також дані щодо технологій виробництва і графіки обслуговування. Для машинобудівного підприємства важливими є також дані про автоматизацію процесів та можливості їх модернізації.

Трудові ресурси включають інформацію про кількість і кваліфікацію працівників, а також необхідність у додатковому навчанні чи перекваліфікації персоналу для підтримки виробничих процесів. Це також включає дані про графіки роботи і зміни потреби у робочій силі.

Фінансові дані охоплюють бюджет на виробництво, витрати на закупівлю матеріалів, оплату праці та капітальні витрати на модернізацію обладнання. Вони дозволяють прогнозувати витрати на одиницю продукції та оцінювати рентабельність виробництва.

Логістика та поставки включає дані про поставки сировини, комплектуючих та готової продукції, а також моніторинг постачальників. Важливо мати інформацію про терміни доставки і оптимізацію складських ресурсів для мінімізації витрат.

Зовнішні фактори охоплюють економічні умови, зміни валютних курсів та ціни на сировину, а також регуляторні вимоги. Дані про

конкурентів і зміни на ринку допомагають краще прогнозувати попит і адаптувати виробничі плани.

Аналіз ризиків включає оцінку можливих відхилень у виробництві через проблеми з постачанням, обладнанням чи людським фактором, що може вплинути на ефективність плану.

Крім того, необхідно враховувати, що система планування виробництва на підприємствах відноситься до управлінських систем та є частиною інформаційних систем управління. Вона інтегрується в загальну структуру підприємства і взаємодіє з іншими підсистемами для досягнення ефективності та оптимізації ресурсів. Управління системою планування виробництва на машинобудівному підприємстві включає низку процедур та алгоритмів, що забезпечують ефективне виконання виробничих планів, а також дозволяють оперативно реагувати на зміни зовнішнього та внутрішнього середовища. Вона спирається на кілька основних елементів: національні стандарти, міжнародні стандарти та підприємницькі і виробничі регламенти (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Нормативне регулювання системою планування виробництва. Джерело: розроблено автором на основі систематизації інформації з [1]

Національні стандарти встановлюють вимоги та рекомендації для організації та управління виробництвом на рівні держави. Для машинобудівних підприємств в Україні такі стандарти визначають правила та методи планування потужностей, ресурсів, якості продукції та безпеки на виробництві.

Зокрема, основні національні стандарти, що регулюють планування виробництва – це ДСТУ 2962-94 «Організація промислового виробництва. Облік, аналіз та планування господарювання на промисловому підприємстві. Терміни та визначення» та ДСТУ 2960-94 «Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення».

Міжнародні стандарти, зокрема ISO, є основою для стандартизації планування виробничих процесів на світовому рівні. Вони допомагають підприємствам дотримуватись найкращих світових практик та досягати високих результатів у плануванні виробництва.

Основні міжнародні стандарти, що стосуються планування виробництва на підприємствах машинобудування:

ISO 9001:2015 (система управління якістю) — цей стандарт визначає вимоги до планування виробництва, моніторингу процесів та контролю якості на всіх етапах, що дозволяє забезпечити відповідність продукції вимогам клієнтів;

ISO 14001:2015 (система екологічного управління) — стандарт допомагає підприємствам у плануванні виробничих процесів, орієнтуючи їх на екологічну стійкість та зниження впливу на навколишнє середовище;

ISO 45001:2018 (система управління охороною праці) — визначає вимоги до планування виробничих процесів з урахуванням безпеки та здоров'я працівників. Це є критичним при плануванні виробництва, щоб мінімізувати виробничі ризики;

ISO 50001:2018 (система енергетичного менеджменту) — цей стандарт визначає вимоги до планування та оптимізації енергетичних процесів в межах виробництва, що дозволяє знижувати енергоспоживання та витрати;

BS EN 9100:2018 Системи управління якістю. Вимоги для авіаційних, космічних і оборонних організацій.

Міжнародні стандарти допомагають підприємствам машинобудування адаптувати свої виробничі процеси до глобальних вимог, підвищувати конкурентоспроможність і забезпечувати стабільність виробництва на світовому рівні.

Підприємницькі та виробничі регламенти є найважливішим елементом системи планування виробництва, оскільки вони визначають конкретні правила, процедури та стандарти для організації і управління всіма етапами виробничого процесу. Ці внутрішні документи надають підприємству чітке керівництво для ефективного використання ресурсів, забезпечення якості продукції, контролю за виробничими витратами, а також створення безпечних і комфортних умов для працівників. Вони мають найбільший вплив на якість планування виробництва, оскільки формують конкретні дії, які повинні бути виконані на всіх етапах виробничого процесу.

Основними виконавцями в системі є структурні підрозділи підприємства. Підрозділ планування виробництва відповідає за обробку вхідних даних і коригування графіків. Підрозділ управління запасами займається закупівлею матеріалів та оптимізацією рівнів запасів. Підрозділи виробництва виконують операції, контролюють якість і налаштовують обладнання. Фінансові та логістичні підрозділи оптимізують витрати і забезпечують закупівлі. HR-служба відповідає за підбір та підготовку кадрів, щоб забезпечити ефективність виробництва.

Автоматизовані системи, такі як ERP, MES забезпечують обробку даних, оптимізацію ресурсів та контроль за виробництвом. ERP-

системи допомагають згенерувати планові показники, а MES-системи відстежують виконання завдань. Системи управління запасами автоматизують моніторинг рівнів запасів, що забезпечує своєчасне постачання матеріалів для виробництва.

Вихідні дані в системі — це результати обробки вхідних даних, які дають змогу оцінити ефективність виробничих процесів, приймати стратегічні рішення та коригувати подальші операції. Вони визначають, яким чином підприємство досягає своїх цілей у плануванні і управлінні виробництвом. Основні категорії вихідних даних включають:

Після обробки вхідної інформації система генерує прогнози щодо обсягів виробництва та термінів виконання замовлень. Ці дані використовуються для планування необхідних потужностей і термінів постачання матеріалів.

Вихідними даними є оптимальні плани розподілу трудових та матеріальних ресурсів, а також налаштування потужностей для забезпечення ефективного виробництва. На основі оброблених даних система також генерує фінансові виходи, такі як витрати на виробництво, витрати на матеріали, трудові ресурси та інші витрати. Система генерує результати порівняння фактичного виконання виробничого плану з плановими показниками. Це включає оцінку рівня виконання замовлень, терміни, якість продукції, а також виявлення відхилень від запланованих параметрів, що дозволяє своєчасно коригувати подальші дії.

Вихідними даними є також виявлені ризики або відхилення, які можуть негативно вплинути на процес виробництва, що дозволяє вчасно врахувати непередбачувані фактори, такі як збої в постачанні, поломки обладнання чи зміни в попиті на продукцію. Вихідні дані є основою для коригування виробничого процесу, підвищення ефективності та зниження витрат на всіх етапах виробництва. Вони

також слугують орієнтиром для стратегічного планування та прийняття рішень щодо майбутнього розвитку підприємства.

Отже, модель чорної скриньки для системи планування виробництва наочно виокремлює вхідні та вихідні параметри, які визначають ефективність виробничих процесів. Модель дозволяє фокусуватись на важливих аспектах, таких як попит на продукцію, ресурси, трудові та фінансові фактори, а також зовнішні умови і ризики, без необхідності глибокого аналізу внутрішніх механізмів. Вихідними результатами є прогнози обсягів виробництва, розподіл ресурсів, фінансові показники і ефективність виконання виробничого плану, що дає змогу своєчасно коригувати стратегію і адаптувати процеси до змін.

Побудована модель продемонструвала, як важливою є інтеграція всіх факторів, що впливають на виробництво, а також потреба в гнучкості та адаптивності системи для реагування на зовнішні і внутрішні зміни. Це дозволяє оптимізувати використання ресурсів і підвищити ефективність виробництва.

Водночас, для досягнення цієї адаптивності та ефективності, важливо використовувати інструменти, які дозволяють автоматизувати і синхронізувати процеси управління в реальному часі. Таким інструментом є ERP-системи, які інтегрують усі елементи виробничого процесу в єдину платформу. Зокрема, застосування ковзного планування S&OP (Sales and Operations Planning) дозволяє більш ефективно передбачати потреби в ресурсах і коригувати плани відповідно до змін попиту та інших зовнішніх факторів.

1.3 Сучасні інструменти та методи планування виробництва

Сучасне виробництво вимагає впровадження нових підходів до планування для підвищення ефективності, гнучкості та адаптивності в умовах швидко мінливих ринкових і технологічних умов. Традиційні методи планування часто не можуть задовольнити сучасні вимоги до швидкості ухвалення рішень, оперативності реагування на зміни і точності прогнозування. У зв'язку з цим особливу роль в оптимізації бізнес-процесів, включно з плануванням виробництва, відіграють інноваційні технології, передусім цифрові рішення, такі як системи управління виробничими процесами (MES), інтегровані інформаційні системи (ERP), штучний інтелект (AI), Інтернет речей (IoT) і великі дані (Big Data).

Згідно з дослідженнями [17] найпопулярнішими технологіями на українському ринку в 2024 році стали ERP-системи, аналітика великих даних, та використання хмарних систем (рисунок 1.5).

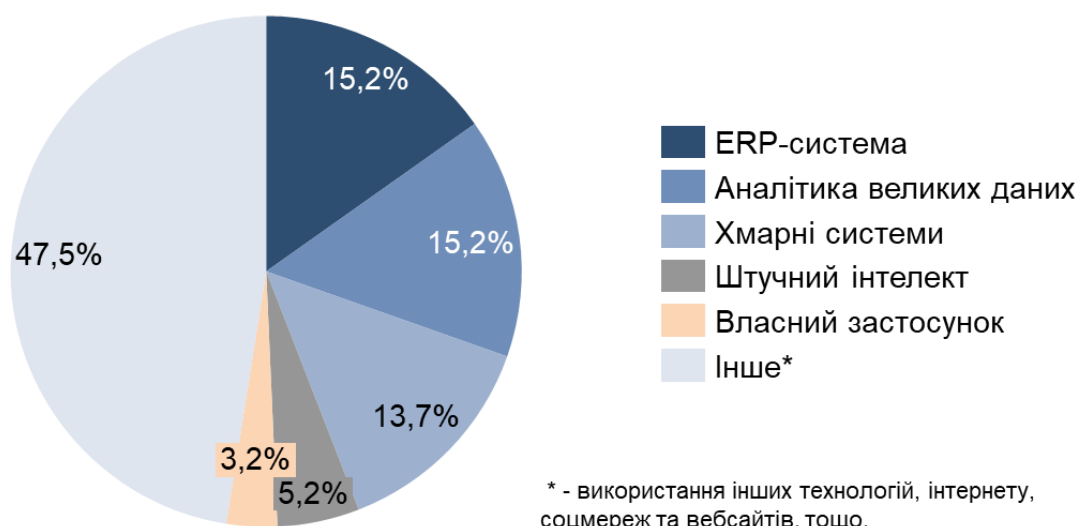


Рисунок 1.5 – Найпопулярніші технології, що використовують українськи підприємства на 2024 рік. Джерело: [17]

В Україні в галузі машинобудування тільки 25,5% підприємств використовують ERP-системи (Enterprise Resource Planning) (рисунок 1.6), що відображає відносно низький рівень цифровізації в цій галузі.

Одним із ключових елементів ERP-систем є модуль виробничого планування, який дає змогу автоматизувати процеси планування та управління виробничими потужностями, що значно підвищує точність і оперативність у складанні виробничих розкладів. Впровадження таких систем сприяє оптимізації використання ресурсів, зниженню витрат, поліпшенню координації між різними підрозділами підприємства і підвищенню загальної ефективності виробництва. Крім цього, ERP-системи забезпечують централізований облік матеріалів і запасів, що дає змогу уникнути дефіциту або надлишків сировини, поліпшити управління логістикою і підвищити прозорість фінансових потоків.

Низький рівень впровадження ERP-систем в українському машинобудуванні пояснюється низкою чинників, наприклад, високі витрати на впровадження, відсутність кваліфікованих кадрів для роботи з такими системами та недостатнє розуміння їхніх потенційних вигод серед керівників підприємств. При цьому, навіть ті підприємства, де впроваджені ERP-системи (25,5%), часто не використовують весь потенціал цих систем.

Одним із таких недостатньо використаних інструментів є модуль виробничого планування, який є ключовим компонентом ERP-систем, що забезпечує інтеграцію й автоматизацію процесів планування, управління виробничими потужностями та ресурсами. Дослідження показують, що багато підприємств обмежуються використанням лише базових функцій ERP-систем, як-от облік запасів або фінансовий менеджмент, не використовуючи складніших можливостей, включно з оптимізацією виробничих процесів і складанням деталізованих виробничих розкладів.

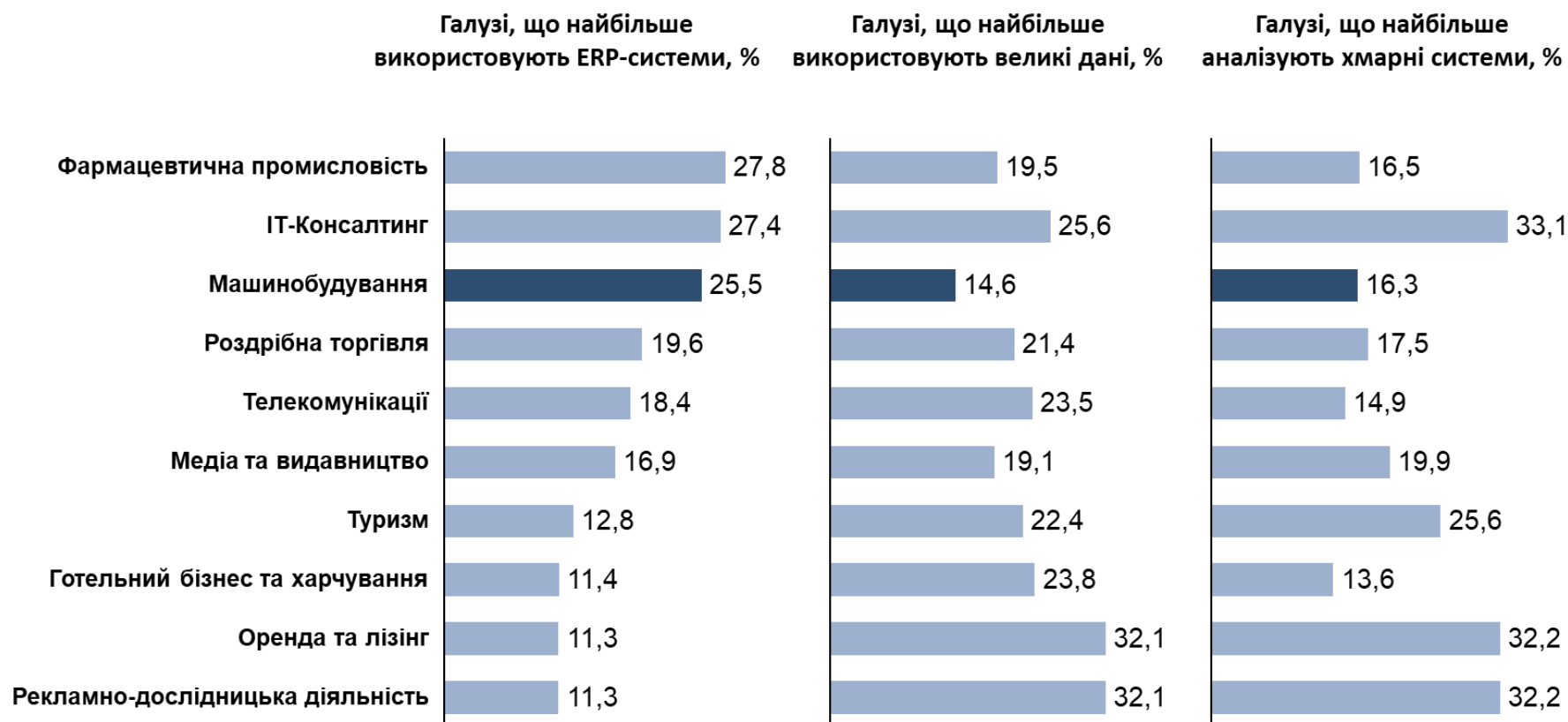


Рисунок 1.6 – Галузі, що найбільше використовують ERP-системи (в тому числі порівняння з використанням великих даних та хмарних систем), %.

Джерело: систематизовано автором на основі даних з [17]

Причини цього можуть бути пов'язані з відсутністю достатньої кваліфікації персоналу, який не має необхідних знань для повноцінного використання системи, а також з недостатньою поінформованістю керівництва щодо можливих вигод від впровадження більш складних функцій. Як наслідок, підприємства не отримують максимальної віддачі від ERP-систем, що обмежує їхню здатність ефективно планувати виробництво, оперативно реагувати на зміни в попиті та оптимізувати використання ресурсів, що, своєю чергою, знижує загальну продуктивність і конкурентоспроможність на ринку.

Також потрібно розуміти, що сучасні ERP-системи для підвищення ефективності їх застосування потребують адаптації під специфіку конкретної компанії [18], що значно збільшує строки впровадження і, відповідно, призводить до зростання витрат на їх використання.

Основні ERP-системи, представлені на ринку України, наведено в таблиці 1.2 [19], [20]. Ці системи оптимізовані з урахуванням національного законодавства і призначені для автоматизації та оптимізації бізнес-процесів на українських підприємствах.

Таблиця 1.2 – Найбільш поширені ERP-системи в Україні

Програмний продукт (ERP- система)	Стислий опис	Основні переваги
SAP	У системі реалізовано модулі для управління фінансами, продажами, закупівлями та кадровими процесами. Цей продукт призначений для автоматизації різних бізнес-процесів.	Наявність власного хмарного сервісу SAP Business ByDesign. Включає в себе модулі для: <ul style="list-style-type: none"> - управління виробництвом; - розподілу ресурсів; - фінансового обліку; - аналізу діяльності підприємства та планування; - управління персоналом; - оптимізації взаємодії з постачальниками партнерами та клієнтами.

Програмний продукт (ERP- система)	Стислий опис	Основні переваги
Oracle E-Business Suit	Продукт адаптований для України і являє собою комплексний набір інструментів для ефективного управління бізнесом.	Включені модулі для ефективного управління: - виробництвом продукції та обслуговуванням обладнання; - постачанням, збутом і управлінням складами; - доставкою замовлень; - взаємодією з клієнтами; - управлінням персоналом; - фінансами, прийомом платежів і оптимізацією матеріальних потоків.
Microsoft Dynamics AX	Комбінація кількох підсистем, які охоплюють усі аспекти управління підприємством. Підходить для державних установ, виробничих підприємств, фінансових організацій та компаній, що надають різноманітні послуги.	- широкий функціонал; - зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс; - масштабованість програми відповідно до потреб будь-якого бізнесу; - можливість інтеграції з іншими продуктами Microsoft; - автоматичне резервне копіювання системи; - легкість взаємодії з клієнтами, партнерами та постачальниками.
Галактика	Впровадження можливе лише в Україні; розроблено для українських підприємств та з урахуванням місцевого законодавства.	- багатофункціональність; - можливість інтеграції з будь-якими програмними продуктами інших розробників; - висока продуктивність платформи; - можливість одночасної роботи великої кількості користувачів; - зручність адміністрування системи; - надійний захист персональних даних і всієї інформації, що надходить.

Програмний продукт (ERP- система)	Стислий опис	Основні переваги
DeloPro	Гнучкий багатофункціональний хмарний сервіс для управління підприємством, побудований на веб-платформі.	<ul style="list-style-type: none"> - можливість використання безкоштовного програмного забезпечення; - незалежність від базових операційних систем; - мінімальні вимоги до ІТ-інфраструктури підприємства; - простота масштабування і можливість удосконалити систему в міру необхідності; - наявність інтегрованих підсистем для управління бізнес-процесами.
BAS ERP	Універсальний продукт для оптимізації роботи великих підприємств та управління малим бізнесом.	<ul style="list-style-type: none"> - гнучкість і масштабованість системи; - широкі функціональні можливості; - наявність галузевих рішень.

Джерело: угруповано автором на підставі аналізу інформації з джерел [18–20]

Сучасні машинобудівні підприємства стикаються з низкою викликів, серед яких можна виокремити необхідність забезпечення гнучкості в плануванні, вчасної реакції на зміни ринкових умов, підтримання ефективної взаємодії між різними підрозділами та управління ресурсами. Впровадження ефективних інструментів планування, таких як процес S&OP і метод ковзного планування, є ключовою умовою оптимізації виробництва, поліпшення якості та скорочення витрат.

Згідно з діючою концептуальною основою S&OP можна визначити ключові підходи до сутності концепції планування продажів та операцій S&OP (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Підходи до розуміння сутності концепції планування продажів та операцій S&OP

Автор/ Джерело	Визначення
Основоположн ик концепції S&OP Richard Ling [21]	S&OP — це процес, ініційований вищим керівництвом, що включає щомісячний перегляд прогнозів попиту, виручки та фінансових результатів. Він забезпечує узгодження тактичних планів підрозділів для реалізації бізнес-плану компанії. Метою S&OP є створення єдиного операційного плану, який ефективно розподіляє ресурси для задоволення ринкових потреб та збільшення прибутку.
Bozarth C.B., Handfield [21]	Планування продажів та операцій (S&OP) — це бізнес-процес, який забезпечує тактичне планування та координацію рішень і дій у ланцюгу постачання на середньостроковий період (зазвичай від 4 до 12 місяців).
APICS (The American Production and Inventory Control Society) [22]	Планування продажів та операцій (S&OP) — це функція визначення загального рівня виробництва та інших активностей для ефективного досягнення запланованих обсягів продажів. S&OP враховує загальні бізнес-цілі, зокрема прибутковість, час залучення клієнтів та управління запасами в контексті ланцюга постачання.
Thomas F. Wallance [23]	Планування продажів та операцій (S&OP) — це процес, що забезпечує баланс між попитом і пропозицією. S&OP є багатофункціональним підходом, який включає управління продажами, операціями, фінансами та розвитком продукції, пов'язуючи стратегічний і бізнес-плани компанії.

Процес S&OP являє собою інтегрований підхід, спрямований на синхронізацію та оптимізацію планів продажів і операцій підприємства. У машинобудуванні, де високі витрати на виробничі ресурси і довгі цикли випуску продукції, управління попитом і пропозицією вимагає особливої уважності. Основні причини, через які впровадження S&OP є критичним для машинобудівних підприємств, можна виокремити в кількох аспектах [24]:

1. Управління балансом попиту та пропозиції. В умовах непередбачуваності ринкової кон'юнктури і коливань попиту, ефективно прогнозування відіграє ключову роль у мінімізації ризиків дефіциту або надлишкових запасів. Методологія S&OP дає змогу синхронізувати плани виробництва і збутову діяльність, що сприяє точнішому прогнозуванню потреб у матеріалах і компонентах, знижуючи ймовірність як недозавантаженості, так і надлишків виробничих потужностей.

2. Координація міжфункціональних процесів. Процес S&OP сприяє інтеграції різних функціональних підрозділів, включно з продажами, маркетингом, виробництвом, закупівлями та фінансами, що забезпечується за рахунок встановлення регулярної взаємодії та перегляду планів на основі актуальних даних. У контексті машинобудування, де продукція часто виготовляється за індивідуальними замовленнями або з довгими термінами виконання, така взаємодія є необхідною для усунення інформаційних розривів і підвищення оперативності прийняття рішень.

3. Оптимізація використання виробничих потужностей. Однією з ключових проблем машинобудівних підприємств є оптимізація виробничих потужностей, що вимагає ретельної координації з планами попиту. Система S&OP дає змогу підприємствам більш ефективно використовувати свої ресурси, плануючи виробництво з урахуванням

актуальних потреб ринку, що, своєю чергою, знижує витрати на експлуатацію та надлишкове виробництво.

4. Управління ризиками та невизначеністю. В умовах нестабільної економічної ситуації та глобальних змін на ринку, процес S&OP надає можливість для оперативного коригування планів і прогнозів, що дає змогу мінімізувати наслідки зовнішніх і внутрішніх ризиків. Це забезпечує більш високий рівень стійкості підприємства перед зовнішніми викликами.

Таким чином, процес S&OP реалізується на тактичному рівні, виступаючи зв'язуючим елементом між стратегією та бізнес-планом з одного боку і деталізованими процесами з іншого (рисунок 1.7).

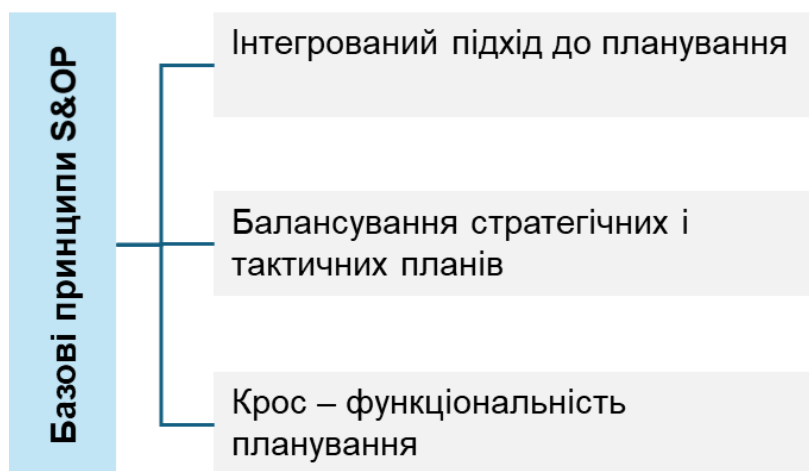


Рисунок 1.7 – Ключові особливості / базові принципи технології S&OP,%. Джерело: [24]

Загальний вигляд процесу щомісячного прийняття рішення в S&OP показано на рисунку 1.8 [25].

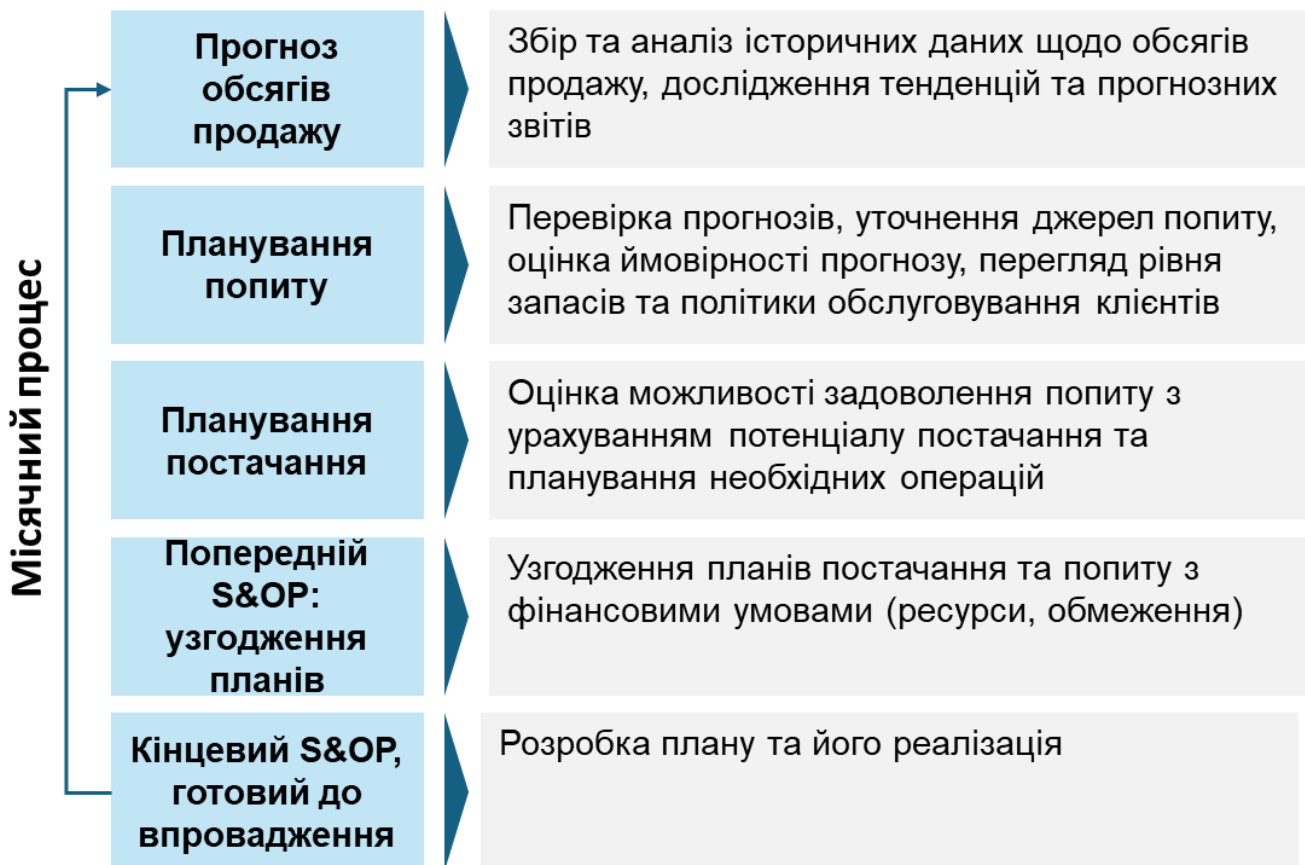


Рисунок 1.8 – Загальний вигляд щомісячного процесу S&OP.

Джерело: [25]

Ковзне планування як метод підвищення гнучкості та точності планування надає низку переваг.

1. Ковзне планування (rolling planning) являє собою метод, за якого планування здійснюється на регулярній основі з урахуванням зміни зовнішніх і внутрішніх факторів. На відміну від традиційного підходу, який орієнтований на розроблення довгострокових планів, ковзне планування дає змогу оперативно реагувати на зміни в попиті, ресурсах і виробничих процесах.

2. Ковзне планування забезпечує необхідну гнучкість в умовах невизначеності, даючи змогу оперативно коригувати виробничі та фінансові плани залежно від поточної ситуації. Для машинобудівних підприємств, де терміни реалізації проєктів можуть змінюватись, а ринок може пред'являти вимоги, що змінюються, така адаптивність

відіграє важливу роль у зниженні ризиків і підвищенні ефективності виробництва.

3. Методика ковзного планування дає змогу оперативно оновлювати прогнози на основі новітніх даних, що значно підвищує точність планування. В умовах машинобудівного виробництва, де тривалість виробничих циклів і витратність ресурсів можуть значно варіюватися, такий підхід сприяє точнішому врахуванню реальних умов.

4. Однією з переваг ковзного планування є можливість мінімізувати ризики, пов'язані з недооцінкою або переоцінкою потреби в ресурсах і матеріалах. Регулярне оновлення планів дає змогу уникнути як дефіциту, так і надлишків запасів, що особливо актуально для підприємств, які виробляють складну техніку, де високі витрати на зберігання і переробку надлишків можуть істотно позначитися на прибутковості.

5. Ковзне планування тісно пов'язане з процесом S&OP, будучи його важливою складовою. Регулярні оновлення планів, вироблені в рамках ковзного планування, надають актуальну інформацію, необхідну для коригування операцій на всіх рівнях, від виробництва до фінансів. Це сприяє поліпшенню точності та узгодженості планів, а також підвищенню загальної ефективності роботи підприємства.

Безпосередні та опосередковані вигоди тактичного планування (S&OP), визнані підприємствами, наведені в таблиці 1.4 [23], а позитивні ефекти від впровадження – в таблиці 1.5 [26].

Таблиця 1.4 – Безпосередні та опосередковані вигоди тактичного планування (S&OP)

Вигоди	Опис
Безпосередні вигоди	<p>Для компаній, що працюють за моделлю «виробляти в запас» (англ. make-to-stock), характерні вищий рівень обслуговування клієнтів і часто менші запаси готової продукції. Для підприємств, що застосовують модель «виготовляти на замовлення» (make-to-order) , це дозволяє забезпечити вищий рівень обслуговування та коротші терміни виконання замовлень. Компанії, що займаються кінцевим збиранням або працюють на умовах відстрочки, можуть одночасно забезпечувати вищу якість обслуговування та швидшу реакцію, зменшуючи запаси компонентів. Це також сприяє більш стабільним темпам виробництва, зменшенню понаднормових робіт і підвищенню продуктивності, а також збільшує відповідальність за фактичний план роботи.</p>
Опосередковані вигоди	<p>Покращення прозорості потенційних проблем з потужностями та підвищення продуктивності команд середнього рівня (продажі, операції, фінанси, розробка продуктів). Покращення взаємодії серед безпосередніх виконавців та кращий баланс попиту і пропозиції в ланцюгу поставок. Щомісячне оновлення бізнес-плану забезпечує кращу видимість і зменшує несподіванки наприкінці фінансового року. Всі функціональні області працюють згідно з єдиним планом, що дозволяє швидко вносити корективи. S&OP надає «вікно в майбутнє», допомагаючи виявляти потенційні проблеми. Зменшення обсягу детального прогнозування завдяки планам обсягу, що охоплюють лише найближчий період.</p>

Таблиця 1.5 – Позитивні ефекти від впровадження S&OP [26].

Показник	Діапазон зміни	Середнє значення зміни
Оперативна доставка	плюс 10–40%	25%
Обсяг запасів	мінус 12–70%	41%
Простої обладнання	мінус 20–50%	35%
Продуктивність виробництва	плюс 2–33%	17%
Витрати на транспортування	мінус 5–30%	17%

Впровадження процесів Sales and Operations Planning (S&OP), ковзного планування, а також інтеграція ERP-системи з модулем Advanced Planning and Optimization (APO) являє собою потужний інструмент для оптимізації бізнес-процесів на машинобудівному підприємстві. Ці методи дають змогу істотно підвищити координацію між різними підрозділами, поліпшити точність планування і знизити операційні ризики.

Використання модуля APO в ERP-системах, інтегрованих із процесом S&OP, значно покращує точність прогнозів попиту і дає змогу оперативно переглядати плани виробництва залежно від змін ринкових умов і потреб клієнтів. APO надає просунуті алгоритми планування, які враховують різні обмеження на виробничі потужності, доступність ресурсів і час виконання замовлень, що критично важливо для машинобудівних підприємств, які працюють з тривалими циклами виробництва і різноманітністю продуктів.

Модуль APO в рамках ERP-системи, що використовує дані з різних бізнес-підрозділів (збуту, закупівель, виробництва і фінансів), сприяє ефективній інтеграції всіх операцій і процесів на підприємстві. У комбінації з процесом S&OP, цей інструмент забезпечує вищий ступінь

узгодженості та синхронізації між планами продажів і виробничими потужностями.

Система APO дає змогу в реальному часі оцінювати та коригувати потреби в матеріалах, компонентах і готовій продукції на основі актуальних даних. У поєднанні з процесом ковзного планування, цей інструмент дає змогу швидко реагувати на зміни попиту і коригувати обсяги виробництва, що сприяє зниженню надлишків запасів і поліпшенню оборотності коштів.

Інтеграція ERP-системи і модуля APO з процесами S&OP і ковзного планування допомагає ефективно управляти ризиками, пов'язаними із зовнішніми і внутрішніми змінами. Впровадження цих інструментів дає змогу оперативно адаптувати плани у відповідь на зміни в постачанні, попиті або інших невизначеностях, що знижує ймовірність простою виробничих потужностей або перевитрати фінансових ресурсів.

Поєднання гнучкості ковзного планування і можливостей APO дає змогу точніше прогнозувати потреби клієнтів і своєчасно готувати виробництво, що сприяє поліпшенню якості обслуговування, скороченню термінів постачання і підвищенню задоволеності клієнтів, що є важливою конкурентною перевагою для машинобудівного підприємства.

Висновки за розділом 1

За результатами проведеного аналізу було визначено, що у сучасних умовах індустріального розвитку, особливо в рамках Індустрії 4.0, значно змінилися підходи до планування виробництва. Цифрові технології, автоматизація та інтелектуальні системи стали основою для адаптивного планування, яке реалізується в реальному часі з використанням великих даних, Інтернету речей (IoT), штучного

інтелекту та машинного навчання. В цьому контексті планування не є статичним процесом, а динамічно змінюється у відповідь на зміни в умовах попиту, постачання та інших зовнішніх чинників. Завдяки використанню таких технологій підприємства можуть швидко коригувати свої виробничі стратегії і оптимізувати ресурси для досягнення максимальної ефективності та гнучкості у виробничих процесах.

Проте, незважаючи на технологічні досягнення, українська промисловість, зокрема машинобудівний сектор, стикається з низкою серйозних проблем. Серед основних труднощів можна виділити застарілу технічну базу, неефективне використання виробничих ресурсів, а також значні проблеми з конкурентоспроможністю на світовому ринку. В Україні спостерігається скорочення обсягів виробництва та зниження ефективності роботи підприємств, що ускладнює їх здатність до адаптації до швидко змінюваного ринку. Враховуючи це, оптимізація планування виробничих процесів стає однією з ключових умов підвищення конкурентоспроможності та економічної стійкості вітчизняного машинобудування.

Основою ефективного управління виробництвом є правильно розроблений процес планування. Він передбачає встановлення чітких цілей і завдань підприємства, вибір оптимальних шляхів їх досягнення та забезпечення безперервного контролю за виконанням планів (PDCA) для систематично вдосконалення виробничих процесів. Цей підхід забезпечує постійне вдосконалення, оцінку виконання планів і коригування дій відповідно до отриманих результатів, що дає змогу своєчасно реагувати на зміни внутрішніх і зовнішніх умов.

В результаті розробки моделі чорної скриньки для системи планування виробництва були визначені ключові вхідні та вихідні параметри, які впливають на ефективність виробничих процесів. Модель дозволяє зосередитись на важливих аспектах, таких як попит

на продукцію, наявність ресурсів, трудові та фінансові чинники, а також зовнішні умови та ризики, без необхідності детального аналізу внутрішніх процесів. Основними результатами є прогнози щодо обсягів виробництва, розподілу ресурсів, фінансові показники та ефективність виконання виробничого плану, що дає змогу оперативно коригувати стратегію та адаптувати процеси до змін.

Розроблена модель продемонструвала важливість інтеграції всіх факторів, що впливають на виробничу діяльність, а також необхідність гнучкості та адаптивності системи для швидкого реагування на зміни як внутрішнього, так і зовнішнього середовища, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів і підвищити ефективність виробництва.

Зазначено, що використання сучасних інструментів і технологій в рамках ERP-систем є важливим елементом для підвищення ефективності планування виробництва, дозволяючи підприємствам адаптуватися до швидких змін на ринку і забезпечувати високу конкурентоспроможність на глобальному рівні. Впровадження таких інноваційних рішень є важливим кроком для українських машинобудівних підприємств на шляху до покращення управління ресурсами, оптимізації процесів і досягнення стратегічних цілей.

2 ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ПІДСТАВІ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА

2.1 Дослідження поточного стану процесу планування виробництва на підприємстві АТ "Мотор Січ"

АТ "Мотор Січ" є одним з провідних виробників авіаційних двигунів та іншої високотехнологічної продукції в Україні [27]. Високий рівень складності виробничих процесів та необхідність інтеграції численних елементів у виробничу діяльність ставлять перед компанією низку вимог щодо ефективного планування виробництва. Система планування виробництва на такому підприємстві повинна враховувати безліч факторів, включаючи обсяги виробництва, постачання компонентів, технологічні можливості та ринковий попит. Дослідження чинників, що впливають на ефективність цієї системи, є критично важливим для досягнення оптимальних результатів в управлінні ресурсами, зниження витрат і забезпечення високої якості продукції.

АТ "Мотор Січ" спеціалізується на виробництві складних технічних виробів, таких як авіаційні двигуни, газотурбінні установки, а також їхні компоненти та ремонтні послуги. Процес виробництва на підприємстві включає кілька етапів — від проектування та виготовлення окремих деталей до складання готової продукції та її випробувань.

Планування виробництва на такому підприємстві має враховувати низку специфічних факторів. Оскільки виготовлення авіаційних двигунів і турбінних установок займає значний час (від кількох місяців до кількох років), необхідно забезпечити точне і детальне планування на кожному етапі виробничого процесу. Виробництво потребує високої кваліфікації робочої сили та використання сучасних технологій і обладнання, що потребує відповідного планування ресурсів і часового регламенту.

Часто продукція виготовляється за специфікаціями замовників, що потребує точного планування на основі технічних вимог і змінних параметрів.

Продукція АТ "Мотор Січ" є специфічною та часто замовляється за індивідуальними вимогами, важливим чинником є точність прогнозування попиту. Невірні прогнози можуть призвести до або надлишкових запасів, що веде до затримок у виробництві, або їх нестачі, що, в свою чергу, призводить до невиконання зобов'язань перед клієнтами. Для ефективного планування необхідне постійне оновлення даних про ринкову ситуацію та тісна взаємодія з відділом продажів для визначення обсягів замовлень.

Високий рівень залежності від постачання окремих компонентів (наприклад, авіаційних матеріалів, турбінних лопаток, електронних компонентів) робить ефективність планування в значній мірі залежною від стабільності постачання. Затримки у поставках можуть значно порушити виробничий процес, тому важливо налагодити ефективну систему управління постачанням, враховуючи можливі ризики, такі як перебої у виробництві чи зміни в цінах на сировину.

Ефективність системи планування на АТ "Мотор Січ" безпосередньо залежить від стану та доступності виробничих потужностей. Дефіцит обладнання, низька продуктивність або технічні проблеми можуть стати значним бар'єром для виконання планів. Тому важливо регулярно проводити моніторинг стану обладнання та своєчасно здійснювати технічне обслуговування, а також планувати модернізацію виробничих потужностей у відповідності до потреб виробництва.

Ефективність системи планування виробництва значною мірою залежить від різноманітності технологічних ланцюгів, які використовуються в процесі виготовлення продукції. Оскільки підприємство спеціалізується на виробництві складних і

високотехнологічних виробів, таких як авіаційні двигуни та газотурбінні установки, для кожного виду продукції можуть бути застосовані різні технологічні процеси. Врахування цієї різноманітності є критично важливим для правильного планування і ефективного використання ресурсів.

Система планування, що діє на підприємстві, поширюється на всі види продукції основного виробництва. Існуюча система оперативно-виробничого планування включає низку заходів, спрямованих на забезпечення безперервності виробництва на підприємстві та виконання плану виготовлення продукції.

У процесі виробничого планування застосовується графік пропорційності, що відображає кількість робочих днів року, розподілених за місяцями у порядку зростання. Ці номери відповідають порядковим номерам добо-комплектів.

Величина добо-комплекта – кількість, що становить середньодобову потребу деталей, складальних одиниць (ДСО).

Номер добо-комплекта – номер робочого дня за графіком пропорційності. Номер добово-комплектів від першого до останнього вказуються в графіку пропорційності за кількістю робочих днів у році.

Номер забезпеченого добо-комплекта – номер дня за графіком пропорційності, який забезпечений наявністю ДСО.

Планування забезпечення матеріалами, заготовками, виготовлення ДСО в цілях основного виробництва підприємства, розрахунків техніко-економічними показників здійснюється із застосуванням графіка пропорційності. Основними реквізитами, застосовуваними в системі планування, є величина добово-комплекту, номер добово-комплекту і кількість планованих ДСО.

Для детального опису поточного стану системи планування доцільно скористатися методом моделювання. Моделювання бізнес-процесу планування виробництва включає аналіз потреб, розробку

виробничого ланцюга управління, використання сучасних технологій та постійне оновлення [28].

Призначення процесу: Розробка, формування, погодження плану виробництва, щоб забезпечити ефективне використання ресурсів підприємства для досягнення поставлених виробничих цілей.

Власник процесу: директор з виробництва.

Етапи процесу наведені в таблиці 2.1.

Процес планування виробництва продукції складається з наступних етапів, а саме:

Етап 1. Формування попереднього плану виробництва.

Етап 2. Аналіз попереднього плану виробництва.

Етап 3. Погодження попереднього плану виробництва.

Етап 4. Погодження подетального плану виробництва.

Етап 5. Затвердження плану виробництва.

Етап 6. Внесення та затвердження змін до плану виробництва.

Входи та ресурси процесу: попередній план виробництва на підставі заявок, проаналізований та перевірений попередній план виробництва, протокол (додаток №1), протокол (додаток №2), затверджений план виробництва по підприємству.

Виходи і споживачі процесу: попередній план виробництва на підставі заявок, проаналізований та перевірений попередній план виробництва, протокол (додаток №1), протокол (додаток №2), затверджений план виробництва по підприємству, актуальний затверджений план виробництва підприємства

Суб'єкт моделювання: бізнес-процес «планування виробництва», який складається з 6 блоків.

Ціль моделювання: виявлення ролі актуалізації/зміни системи планування виробництва підприємства для підвищення операційної ефективності.

Таблиця 2.1 – Опис етапів бізнес-процесу

Етап	Опис етапу	Ролі	Вхід	Вихід
1 етап: Формування попереднього плану виробництва	Формування попереднього плану виробництва по виготовленню і ремонту продукції (авіаційних виробів, повітряних суден, енергетичних та інших промислових установок) на підставі заявок: - Зовнішньо-торгівельний департамент (ЗТД); - Фінансово-економічне управління (ФЕУ); - Управління головного конструктора (УГК).	Виробниче Управління		Попередній план виробництва на підставі заявок
2 етап: Аналіз попереднього плану виробництва	Аналіз попереднього плану виробництва	Виробниче Управління	Попередній план виробництва на підставі заявок	Проаналізований та перевірений попередній план виробництва
3 етап: Погодження попереднього плану виробництва	Проведення спільної наради підрозділів, відповідальних за формування плану. Погодження попереднього плану виробництва, формування протоколу.	Виробниче Управління Зовнішньо-торгівельний департамент Фінансово-економічне управління Управління головного конструктора	Проаналізований та перевірений попередній план виробництва	Протокол, додаток №1 (номенклатура виробів і ДСО, прийняті до виготовлення)

Продовження Таблиці 2.1

Етап	Опис етапу	Ролі	Вхід	Вихід
4 етап: Погодження подетального плану виробництва	Формування і погодження подетального плану по структурним підрозділам підприємства	Відділ виробничого планування Управління інформаційних технологій	Протокол, додаток №1 (номенклатура виробів і ДСО, прийняті до виготовлення)	Протокол, додаток №2 (номенклатура виробів і ДСО, прийняті до виготовлення по структурним підрозділам)
5 етап: Затвердження плану виробництва	Затвердження плану виробництва	Виробниче Управління Генеральний директор	Протокол, додаток №1, 2	Затверджений актуальний план виробництва по підприємству (по всім структурним підрозділам)
6 етап: Внесення змін	Внесення та затвердження змін до плану виробництва	Виробниче Управління	Затверджений план виробництва по підприємству (по всім структурним підрозділам)	Актуальний затверджений план виробництва підприємства

Джерело: угруповано автором

Точка зору: розглянути підходи до процесу планування виробництва та показати взаємодію між структурними підрозділами які приймають участь в процесі: виробниче управління, зовнішньоторгівельний департамент, управління головного конструктора, фінансово-економічне управління, управління інформаційних технологій.

На рисунку 2.1 наведена концептуальна модель бізнес-процесу, її функціональний блок в нотації IDEF0 [29].

Контекстна діаграма є важливим інструментом для візуалізації ключових елементів, що входять до складу процесу планування виробництва, а також взаємодії між ними. Вона зображує, як різні підрозділи компанії, зокрема виробниче управління, зовнішньоторгівельний департамент, управління головного конструктора, фінансово-економічне управління та управління інформаційних технологій, здійснюють свою діяльність в межах розробки, узгодження та коригування плану виробництва. Зокрема, діаграма допомагає зрозуміти, які конкретно елементи та підрозділи організації беруть участь у створенні виробничого плану та як вони здійснюють свою взаємодію на різних етапах цього процесу. Метою створення цієї діаграми є детальне визначення ролей та функцій кожного учасника, а також послідовності та логіки їхньої взаємодії. Це дозволяє наочно представити, як організація здійснює планування виробництва, які ресурси та інструменти використовуються на кожному етапі та як забезпечується ефективне спільне виконання завдань. За допомогою контекстної діаграми стає можливим визначити точку входу і виходу для кожного елемента процесу, що допомагає оптимізувати бізнес-процес та підвищити його ефективність. Діаграма декомпозиції наведена на рисунку 2.2.

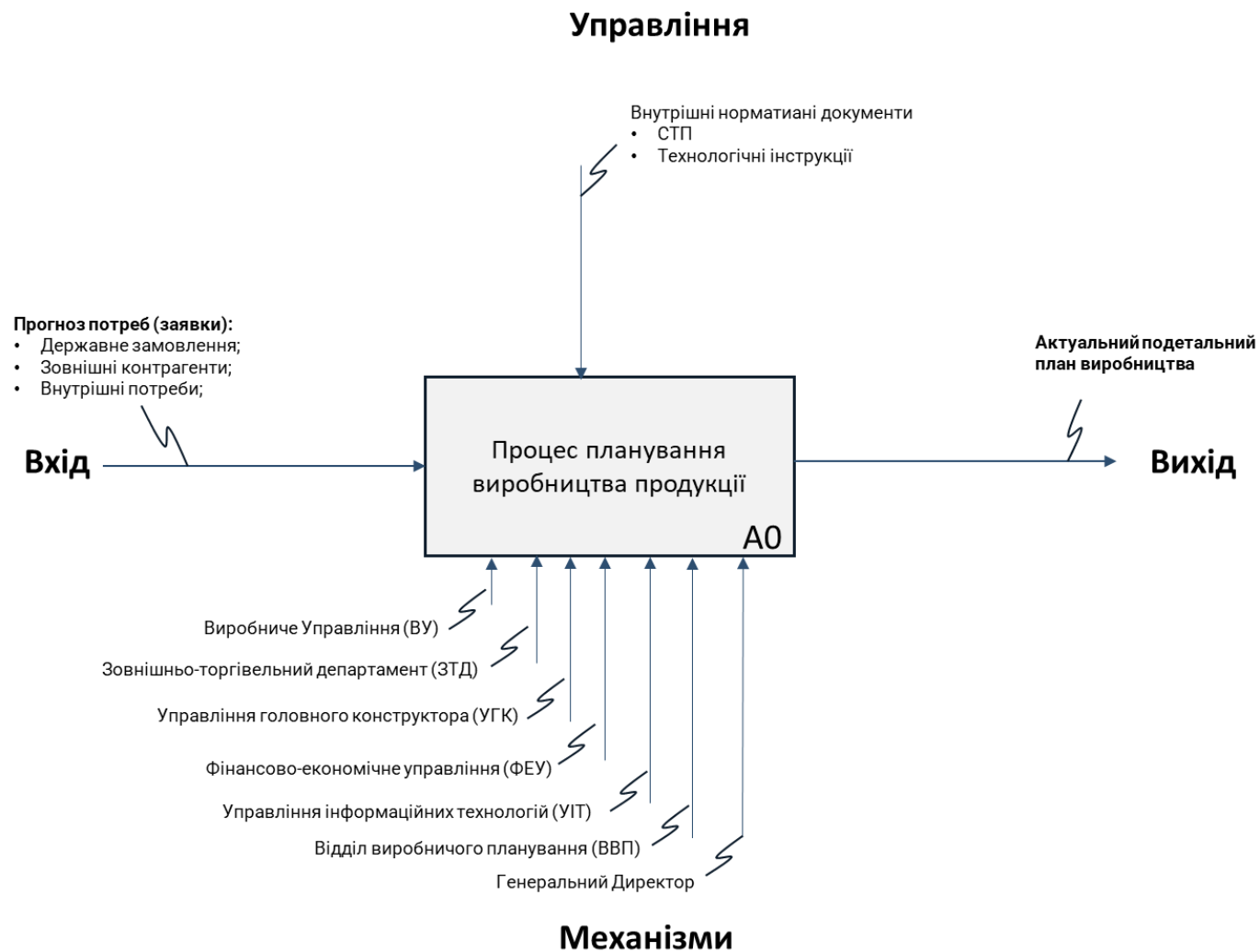


Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма A0 бізнес-процесу планування виробництва «As is».

Джерело: розроблено автором

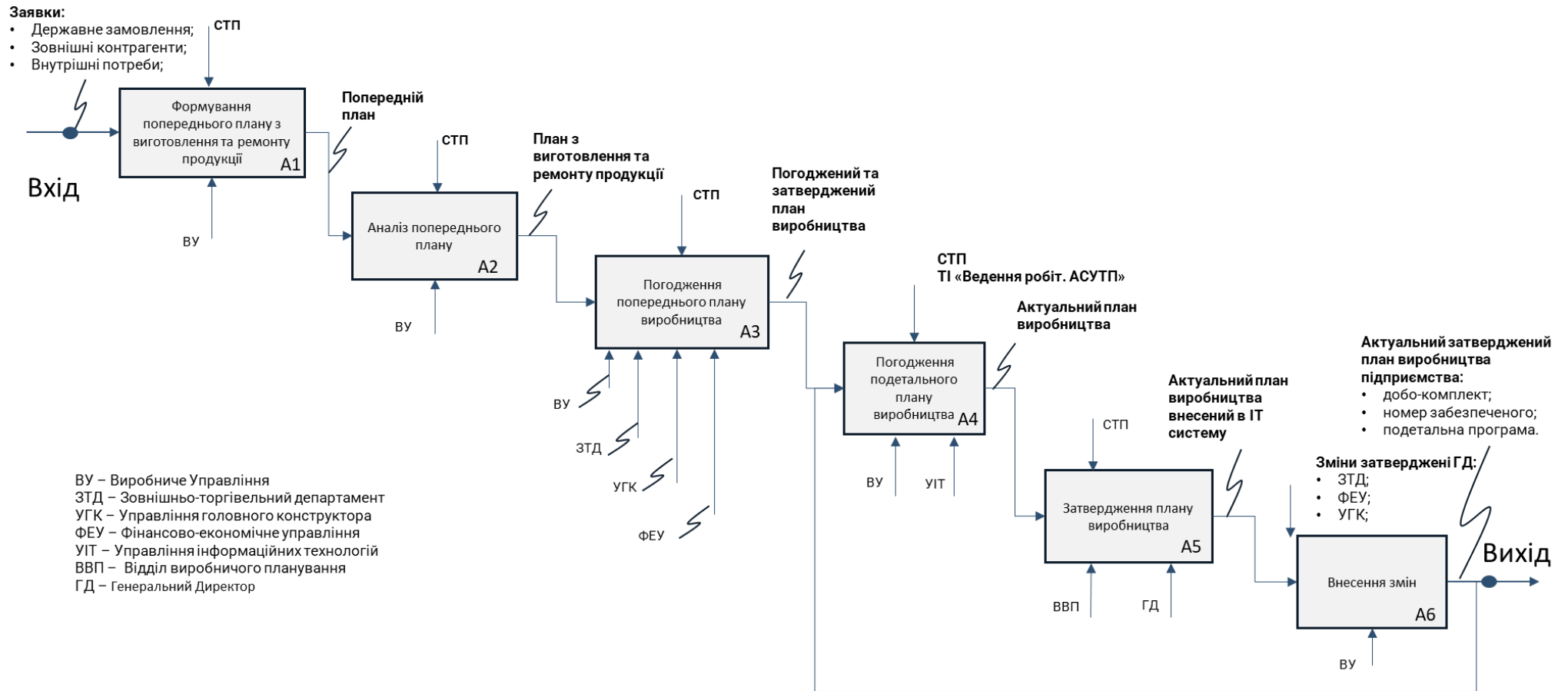


Рисунок 2.2 – Діаграма першого рівня деталізації бізнес-процесу планування виробництва «As is».

Джерело: розроблено автором

2.2 Можливі напрями підвищення ефективності планування виробництва на підприємстві

Напрями покращення бізнес-процесу планування виробництва підприємства для підвищення операційної ефективності з урахуванням виявлених вузьких місць представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Напрями удосконалення бізнес-процесу

Вузьке місце	Пропозиція щодо покращення
Система планування занадто жорстка і не може швидко адаптуватися до змін зовнішнього середовища (наприклад, зміни попиту, поставок, нових вимог, ланцюгів виробництва)	<p>Впровадження ковзного S&OP планування та інтеграція з SAP APO дозволить створити більш гнучку систему планування, здатну оперативно реагувати на зміни зовнішніх факторів (попит, поставки, нові вимоги тощо).</p> <p>SAP APO забезпечить автоматичне оновлення планів із врахуванням реальних змін на ринку та в ланцюгу постачання, що дозволить швидко адаптувати виробництво до змін у попиті або проблемах з постачанням.</p> <p>Ковзне S&OP планування дасть можливість регулярно переглядати прогнози та адаптувати плани на основі актуальних даних, зменшуючи ризики неефективного реагування на зміни. Це дозволить зменшити час реакції на зовнішні зміни та забезпечить більш точне прогнозування, а також забезпечити взаємодію між планами різних рівнів через регулярні перегляди та оновлення.</p>
Неефективне використання та розподіл ресурсів	<p>Впровадження SAP APO для детального розрахунку потреб у ресурсах на кожному етапі виробництва та на основі прогнозів ковзного S&OP планування, що дозволить оптимізувати використання матеріальних та людських ресурсів.</p> <p>Оптимізація завантаження виробничих агрегатів: Завдяки SAP APO можна буде більш точно визначити навантаження на виробничі агрегати, що дозволить</p>

Вузьке місце	Пропозиція щодо покращення
Неефективне використання та розподіл ресурсів	уникнути перевантажень або недозавантажень і більш рівномірно розподіляти ресурси. SAP APO дозволить планувати поставки сировини на основі прогнозів виробничих потреб, що запобігатиме як дефіциту, так і надлишковим запасам, скорочуючи витрати та підвищуючи ефективність виробництва. Завдяки інтеграції даних у SAP APO, підприємство зможе моделювати різні сценарії виробничого навантаження та ефективно управляти виробничими можливостями, зокрема при необхідності збільшення обсягів виробництва.
Існування різних планів, що спричиняє розбіжності в пріоритетах і ресурсах, і в результаті виникнення вузьких місць у виробництві.	Інтеграція планів за допомогою SAP APO і ковзного S&OP дозволить зібрати всі прогнози в єдину інтегровану систему, що забезпечить узгодженість між різними планами і пріоритетами. Завдяки SAP APO буде створено єдину платформу для планування, де всі підрозділи працюють з однаковими даними, що зменшить ймовірність конфліктів між різними планами та розбіжностей у пріоритетах. Ковзне S&OP планування дозволить своєчасно коригувати пріоритети на основі реальних даних, зменшуючи ймовірність виникнення вузьких місць у виробничих процесах та забезпечуючи збалансовану завантаженість усіх підрозділів.

Джерело: запропоновано та угруповано автором

Модель бізнес-процесу з урахуванням наведених напрямів удосконалення (модель «To be») наведена на рисунку 2.3 (концептуальна модель) та на рис. 2.4 (діаграма декомпозиції).

В таблиці 2.3 наведений опис етапів бізнес-процесу «To be».



Рисунок 2.3 – Контекстна діаграма A0 бізнес-процесу планування виробництва «To be».

Джерело: розроблено автором

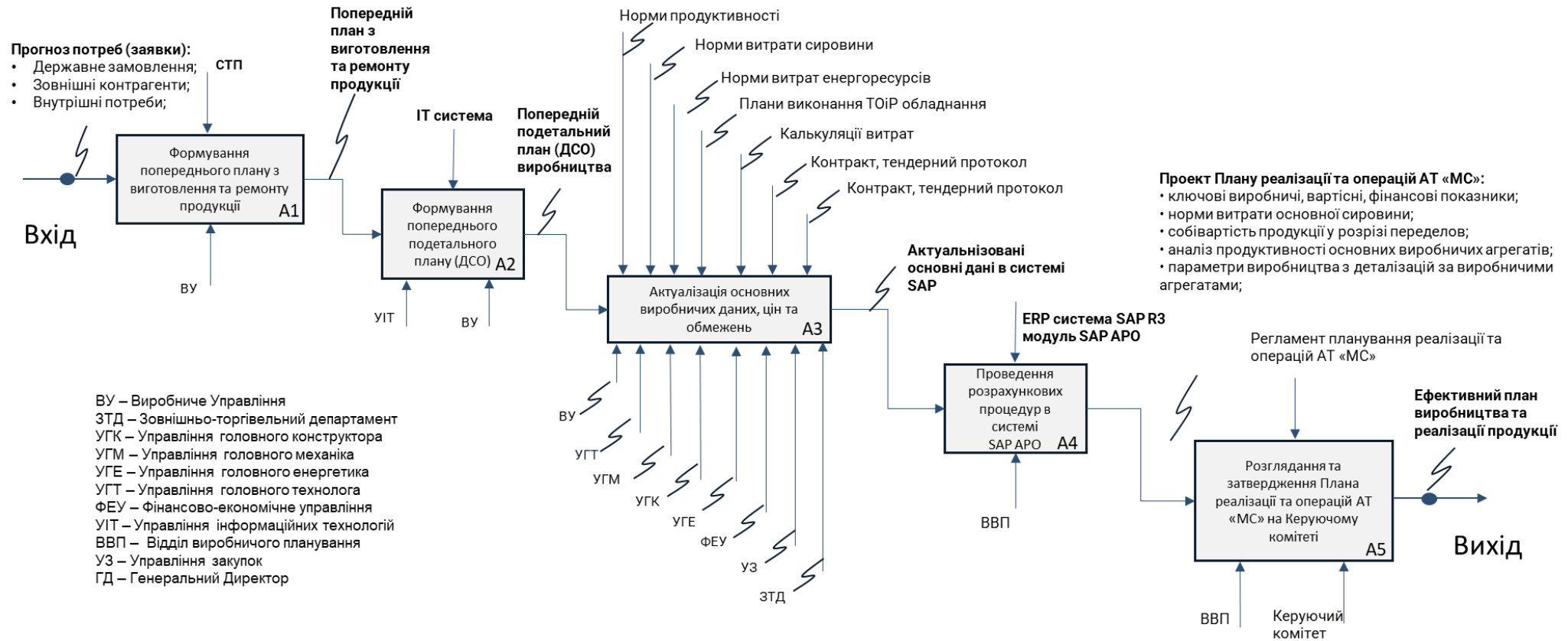


Рисунок 2.4 – Діаграма першого рівня деталізації бізнес-процесу планування виробництва «To be».

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.3 – Опис етапів бізнес-процесу «To be»

Етап	Опис етапу	Ролі	Вхід	Вихід
1 етап: Формування попереднього плану виробництва	Формування попереднього плану виробництва по виготовленню і ремонту продукції (авіаційних виробів, повітряних суден, енергетичних та інших промислових установок) на підставі заявок: - Зовнішньо-торгівельний департамент (ЗТД); - Фінансово-економічне управління (ФЕУ); - Управління головного конструктора (УГК).	Виробниче Управління		Прогноз потреб (попередній план виробництва) на підставі заявок
2 етап: Формування попереднього подетального плану (ДСО)	Формування попереднього подетального плану виробництва деталей, складальних одиниць (ДСО)	Виробниче Управління Управління інформаційних технологій	Прогноз потреб (попередній план виробництва) на підставі заявок	Попередній подетальний плану виробництва ДСО
3 етап: Актуалізація основних даних та цін	Внесення до ERP системи SAP актуальних основних даних та цін: - Комерційні обмеження та пріоритети; -Прогноз цін на сировину; -Прогноз доступної сировини;	Виробниче Управління Зовнішньо-торгівельний департамент Фінансово-економічне управління Управління головного конструктора Управління головного механіка	Попередній подетальний плану виробництва ДСО	Актуалізовані основні дані в системі SAP

Продовження Таблиці 2.3

Етап	Опис етапу	Ролі	Вхід	Вихід
	<ul style="list-style-type: none"> -Логістичні витрати і обмеження; -Варіанти виготовлення (специфікації, техкарти); -Витрати енергоресурсів; -Ціни на оборотні відходи, напівфабрикати, косткомпоненти; -Доступний фонд робочого часу (ФРЧ) основного обладнання. 	<ul style="list-style-type: none"> Управління головного енергетика Управління закупок 		
4 етап: Проведення розрахункових процедур в системі SAP APO	<ul style="list-style-type: none"> Розрахунок плану виробництва, калькуляцій, собівартості переділів: -Формування S&OP на 4 місяці; -Формування Переліку сировини необхідної для закупівлі; -Розрахунок Собівартості продукції у розрізі виробництв продуктивності основних виробничих агрегатів. 	<ul style="list-style-type: none"> Бізнес-аналітик Відділ виробничого планування 	<ul style="list-style-type: none"> Актуальні основні дані в системі SAP: -Актуалізовані виробничі дані SAP ERP; -Актуалізовані виробничі дані SAP APO. 	<ul style="list-style-type: none"> Звітні форми SAP APO; - Виробництво; -Незадоволені потреби; -Задоволені потреби; - Калькуляції собівартості; -Коефіцієнти використання матеріалів (КВМ);

Продовження Таблиці 2.3

Етап	Опис етапу	Ролі	Вхід	Вихід
5 етап: Затвердження Плану реалізації та операцій підприємства	Підготовка та розсилка презентаційних матеріалів для Керуючого Комітету. Затвердження Плану реалізації та операцій підприємства.	Відділ виробничого планування	Звітні форми SAP АРО; - Виробництво; -Незадоволені потреби; -Задоволені потреби; - Калькуляції собівартості; -Коефіцієнти використання матеріалу (КВМ).	Ефективний план реалізації та операцій підприємства

Отже, впровадження системи SAP APO та використання ковзного S&OP планування є важливими етапами для досягнення високої точності в розрахунках та плануванні виробничих процесів. Застосування цих інструментів дозволить забезпечити інтеграцію всіх етапів ланцюга постачання, виробництва та розподілу, що в свою чергу забезпечить значне зниження витрат та підвищення продуктивності.

Впровадження SAP APO дозволить автоматизувати процеси розрахунків та планування, покращуючи точність прогнозування попиту та постачання, а також оптимізуючи виробничі потужності. Ковзне S&OP планування забезпечить постійну актуалізацію планів з урахуванням змінних умов ринку та внутрішніх виробничих факторів, що дозволить компанії швидко адаптуватися до змін і ефективно управляти своїми ресурсами.

Завдяки цьому підходу, на основі отриманих даних, підприємство отримає ефективний план виробництва та реалізації продукції, що буде використовуватися для подальшого покращення операційної ефективності:

Параметри виробництва з деталізацією за виробничими агрегатами: дозволить точно визначити навантаження на окремі агрегати та оптимізувати їх використання.

Ключові виробничі, вартісні та фінансові показники: допоможе контролювати витрати, доходи, а також виявляти неефективні витрати, що потребують корекції.

Норми витрат основної сировини: забезпечить точний контроль за витратами сировини на кожному етапі виробничого процесу, що дозволить знизити втрати і підвищити ефективність використання ресурсів.

Собівартість продукції в розрізі переділів: дозволить аналізувати витрати на кожному етапі виробничого процесу, що дасть змогу виявити можливості для зниження собівартості.

Розрахунок операційної ефективності у розрізі структурних підрозділів підприємства: дасть змогу оцінити ефективність роботи кожного підрозділу, виявити слабкі місця і оптимізувати внутрішні процеси.

Аналіз продуктивності основних виробничих агрегатів: дозволить виявити потенціал для підвищення продуктивності та зниження витрат на обслуговування та ремонт обладнання.

Загалом, реалізація запропонованих заходів дозволить АТ «Мотор Січ» досягти значного покращення у плануванні та управлінні виробничими процесами, що в свою чергу забезпечить зростання операційної ефективності, зниження витрат і підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку.

2.3 Побудова системи критеріїв оцінювання бізнес-процесу системи планування виробництва

Розробка системи критеріїв для оцінки бізнес-процесу планування виробництва потребує створення чіткої та збалансованої системи оцінок, яка включає два рівні ієрархії [30].

Критерій 1. Ефективність використання ресурсів.

Опис: наскільки раціонально та ефективно підприємство використовує доступні ресурси — як людські, так і матеріальні — в процесі виробництва. Це включає оптимальний розподіл трудових і матеріальних ресурсів для досягнення максимального виробничого результату при мінімальних витратах.

Шкала оцінювання:

1: низька ефективність використання ресурсів.

5: висока ефективність використання ресурсів.

Критерій 1.1. Використання трудових ресурсів.

Опис: Оцінка ефективності розподілу трудових ресурсів на всіх етапах виробництва, забезпечення оптимального навантаження на працівників і підтримка їхньої продуктивності.

Шкала оцінювання:

1: низька ефективність використання трудових ресурсів.

5: висока ефективність використання трудових ресурсів, низька продуктивність праці.

Критерій 1.2. Використання матеріальних ресурсів.

Опис: Аналіз ефективності використання сировини, компонентів і інших матеріальних ресурсів, а також виявлення втрат через недостатні чи надмірні запаси.

Шкала оцінювання:

1: низька ефективність використання матеріальних ресурсів.

5: висока ефективність використання матеріальних ресурсів.

Критерій 2. Часова ефективність.

Опис: наскільки швидко та вчасно реалізуються етапи виробничого процесу. Він включає оцінку тривалості виробничих циклів і здатність підприємства виконувати замовлення у встановлені терміни.

Шкала оцінювання:

1: низька часова ефективність.

5: висока часова ефективність.

Критерій 2.1. Тривалість виробничих циклів.

Опис: Оцінка часу, необхідного для виконання всіх етапів виробничого процесу, і визначення факторів, що можуть спричиняти затримки на різних етапах.

Шкала оцінювання:

1: низька ефективність використання часу.

5: висока ефективність використання часу.

Критерій 2.2. Терміни виконання замовлень.

Опис: Оцінка здатності системи планування виробництва забезпечувати виконання замовлень у визначені строки. Аналіз гнучкості процесу для коригування процесів і термінів у разі необхідності.

Шкала оцінювання:

1: низький рівень виконання замовлень.

5: високий рівень виконання замовлень.

Критерій 3. Якість планування.

Опис: наскільки ефективно система планування виробництва сприяє досягненню стратегічних цілей підприємства. Він також включає здатність системи коригувати плани у разі змін в умовах виробництва чи зовнішнього середовища для підтримки стабільності та ефективності.

Шкала оцінювання:

1: низька якість планування.

5: висока якість планування.

Критерій 3.1. Спрямованість на головні цілі.

Опис: Оцінка того, наскільки система планування виробництва орієнтована на досягнення основних стратегічних цілей підприємства, таких як максимізація прибутку, зниження витрат, покращення якості продукції та задоволення потреб клієнтів.

Шкала оцінювання:

1: слабка спрямованість на стратегічні цілі.

5: сильна спрямованість на стратегічні цілі, всі елементи структури підтримують стратегічні завдання.

Критерій 3.2. Коригування планів.

Опис: Аналіз здатності системи планування адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі, коригувати плани в разі виникнення нових обставин, таких як зміни в постачаннях або ринкових умовах.

Шкала оцінювання:

1: низька здатність адаптації.

5: висока здатність адаптації.

З метою врахування вагомості кожного критерію у загальній оцінці використаємо метод аналізу ієрархій для визначення вагових коефіцієнтів [31], [32].

Система показників є ієрархічною і включає 3 рівні: інтегральний показник оцінки по сукупності критеріїв, інтегральні показники оцінки по групах критеріїв та часткові оцінки по кожному критерію (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Система показників

Інформацією для розрахунку вагових коефіцієнтів слугують експертні парні порівняння. Для кожної пари елементів універсальної множини експерт (власник бізнес-процесу) оцінює перевагу одного елемента перед іншими з точки зору досягнення поставленої мети.

Парні порівняння подаються матрицею, елементи якої a_{ij} вказують на рівень переваги елемента u_i над елементом u_j за шкалою

Сааті: 1 – якщо відсутня перевага елемента u_i над елементом u_j ; 3 – якщо присутня деяка перевага елемента u_i над елементом u_j ; 5 – якщо присутня перевага елемента u_i над елементом u_j ; 7 – якщо присутня явну перевага елемента u_i над елементом u_j ; 9 – якщо присутня абсолютна перевага елемента u_i над елементом u_j ; 2, 4, 6, 8 – проміжні порівняльні оцінки [33], [34].

Якщо виходити з умови погодженості думок експертів, то для побудови матриці парних порівнянь достатньо мати $(n - 1)$ недіагональних елементів (порівнянь). Всі інші елементи знаходяться з властивості погодження парних порівнянь, тобто з врахуванням того, що матриця парних порівнянь є діагональною та має властивості транзитивності та оберненої симетричності, а саме:

- діагональність, тобто $a_{ij} = 1, i = \overline{1, n}$;
- зворотна симетричність, тобто елементи, які симетричні відносно головної діагоналі, пов'язані залежністю $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, i, j = \overline{1, n}$;
- транзитивність, тобто $a_{ig}a_{gj} = a_{ij}, i, j, g = \overline{1, n}$.

Після визначення всіх елементів матриць парних порівнянь розраховуються фактичні значення пріоритетів (елементи вектору власних чисел матриці парних порівнянь).

Елементи w_i і є ваговими коефіцієнтами.

Наступним етапом є перевірка матриці парних порівнянь на погодженість, щоб обґрунтувати можливість використання отриманих експертних оцінок. Під погодженістю матриці розуміється її кардинальна $a_{ij}a_{jg} = a_{ig}$ погодженість та транзитивність.

Індекс погодженості визначається за формулою:

$$Ip = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (2.1)$$

де λ_{max} – максимальне власне значення матриці парних порівнянь;

n – кількість елементів порівнянь.

Максимальне власне значення матриці парних порівнянь знаходиться з рівняння:

$$A \cdot w = \lambda_{max} \cdot w$$

чи, враховуючи $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

$$\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j) = \lambda_{max} \cdot \sum_{i=1}^n w_i \quad (2.2)$$

Відношення погодженості:

$$Vp = \frac{Ip}{ch}, \quad (2.3)$$

де ch – число випадкової погодженості (для матриці другого порядку воно складає 0, для матриці четвертого – 0,9).

В табл. 2.4 представлені парні порівняння для критеріїв з групи 1.

Таблиця 2.4 – Порівняння критеріїв з групи 1

	Група 1	Група 2	$\sqrt[n]{a_{11} \cdot \dots \cdot a_{in}}$	w_i
Група 1	1	2	1,414213562	0,67
Група 2	0,5	1	0,707106781	0,33
		Сума	2,857738033	1

В табл. 2.5 представлені парні порівняння для критеріїв з групи 2.

Таблиця 2.5 – Порівняння критеріїв з групи 2

	Група 1	Група 2	$\sqrt[n]{a_{11} \cdot \dots \cdot a_{in}}$	w_i
Група 1	1	1,25	1,118033989	0,55
Група 2	0,8	1	0,894427191	0,45
Сума			3,023715784	1

В табл. 2.6 представлені парні порівняння для критеріїв з групи 3.

Таблиця 2.6 – Порівняння критеріїв з групи 3

	Група 1	Група 2	$\sqrt[n]{a_{11} \cdot \dots \cdot a_{in}}$	w_i
Група 1	1	0,333	0,577350269	0,25
Група 2	3	1	1,732050808	0,75
Сума			2,683282	1

В табл. 2.7 наведені парні порівняння груп критеріїв.

Таблиця 2.7 – Порівняння груп критеріїв

	Група 1	Група 2	Група 3	$\sqrt[n]{a_{11} \cdot \dots \cdot a_{in}}$	w_i
Група 1	9	1	0,5	1,650963624	0,33
Група 2	0,2	2	1	0,7368063	0,46
Група 3	9	1	0,5	1,650963624	0,21
Сума				3,573401026	1

Результати перевірки матриці порівняння груп критеріїв на узгодженість наведені у табл. 2.8.

Таблиці 2.8 – Результати перевірки матриць на узгодженість

Індекс узгодженості (I_p)	Відношення погодженості (V_p)	Висновок ($ch = 0,9$)
0,036666667	6,32%	Оцінки узгоджені

За умови узгодженості експертних оцінок отримуємо оцінку вагомості кожного критерію з урахування вагомості групи, до якої він

відноситься: перемноження елементів власного вектору таблиці оцінки критеріїв на відповідний елемент власного вектору таблиці оцінки груп критеріїв. В результаті отримано систему зважених критеріїв оцінки (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Зважені критерії оцінювання учасників бізнес-процесу

Групи	w_i	Критерії	w_i	Згортка вагомості	Згорнуті вагові коефіцієнти
Група 1	0,33	Критерій 1.1	0,67	$0,33 \times 0,67 =$	0,22
		Критерій 1.2	0,33	$0,33 \times 0,33 =$	0,11
Група 2	0,46	Критерій 2.1	0,55	$0,46 \times 0,55 =$	0,25
		Критерій 2.2	0,45	$0,46 \times 0,45 =$	0,21
Група 3	0,21	Критерій 3.1	0,25	$0,21 \times 0,25 =$	0,05
		Критерій 3.2	0,75	$0,21 \times 0,75 =$	0,16
Сума					1

Перший рівень критеріїв оцінки зосереджений на ефективності використання ресурсів, часовій ефективності та якості планування. Ефективність використання ресурсів та часова ефективність мають вирішальне значення для досягнення максимального виробничого результату за мінімальних витрат і збільшення обсягів виробництва. Якість планування визначає, наскільки система планування виробництва відповідає стратегічним цілям та сприяє вирішенню основних завдань підприємства.

Другий рівень деталізації надає можливість глибше аналізувати кожен аспект бізнес-процесу, забезпечуючи більш точне та всебічне оцінювання його ефективності. Використання трудових ресурсів, дозволяє оцінити, як ефективно розподіляються людські ресурси в процесі виробництва, сприяючи підвищенню продуктивності та зниженню витрат на робочу силу. Інший критерій, пов'язаний з використанням матеріальних ресурсів, оцінює рівень ефективності

використання сировини, матеріалів та інших виробничих ресурсів, що дозволяє знизити витрати та мінімізувати втрати на виробництві.

Аналіз тривалості виробничих циклів, дає змогу аналізувати час, необхідний для завершення всіх етапів виробничого процесу, виявляючи потенційні затримки і можливості для їх усунення. Інший аспект, який стосується термінів виконання замовлень, фокусується на здатності підприємства виконувати замовлення вчасно, оцінюючи гнучкість процесу щодо змін в умовах попиту та виробничих можливостей.

Фактор спрямованість на головні цілі, дозволяє визначити, наскільки система планування відповідає основним стратегічним цілям підприємства, таким як підвищення прибутковості, зниження витрат і покращення якості продукції. Інший критерій, пов'язаний з коригуванням планів, фокусується на здатності адаптувати плани до змінних умов, таких як зміни в попиті або непередбачувані обставини, що забезпечує стійкість виробничого процесу навіть в умовах нестабільності.

Застосування такої системи критеріїв дає змогу виявити сильні та слабкі сторони бізнес-процесу планування виробництва. Вона дозволяє керівництву точно ідентифікувати ключові сфери для покращення, що сприяють підвищенню якості планування, оптимізації використання ресурсів та максимізації виробничого потенціалу. Такий підхід не тільки покращує операційну ефективність, але й створює умови для більш гнучкого реагування на зміни зовнішнього середовища, підвищуючи конкурентоспроможність підприємства. Отже, система критеріїв є важливим інструментом стратегічного управління, що допомагає забезпечити сталість та розвиток виробничих процесів у довгостроковій перспективі.

Висновки за розділом 2

Отже, для АТ «Мотор Січ» критично важливо мати ефективну та гнучку систему планування виробництва, яка здатна швидко адаптуватися до змін у ринковому середовищі та внутрішніх умовах. Моделювання бізнес-процесу планування виробництва є ключовим етапом у процесі управління, оскільки воно дозволяє оптимізувати ресурси, знижувати витрати і підвищувати виробничу ефективність. Така система є основою для досягнення стратегічних цілей підприємства та забезпечення його конкурентоспроможності на ринку. Впровадження сучасних інструментів планування, таких як ERP система SAP APO і ковне планування, дозволить підприємству досягти більш високих результатів у плануванні та організації виробничих процесів.

На основі вивчених теоретичних підходів до конструювання бізнес-процесу розробки організаційної структури було розроблено контекстну діаграму бізнес-процесу «As is», діаграму декомпозиції «As is», контекстну діаграму бізнес-процесу «To be» та відповідну діаграму декомпозиції. Аналіз бізнес-процесів виявив проблеми жорсткої системи планування, неефективного використання ресурсів та розбіжностей у пріоритетах і планах, що призводять до вузьких місць у виробництві. А для підвищення операційної ефективності була запропонована низка заходів.

3 ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА НА АТ «МОТОР СІЧ»

3.1 Організаційно-економічні основи впровадження проєкту удосконалення системи планування виробництва на АТ «Мотор Січ»

Метод аналізу ієрархій (MAI) є одним із найбільш ефективних інструментів для комплексної оцінки та прийняття рішень у складних багатокритеріальних системах. Він дозволяє структуровано порівнювати та оцінювати різні альтернативи, враховуючи їх взаємозв'язки і важливість для досягнення поставленої мети. Застосування MAI в контексті оцінки ефективності бізнес-процесу планування виробництва дозволяє об'єктивно визначити вплив різних факторів на кінцевий результат, а також оптимізувати процеси управління ресурсами та часом.

Після розробки критеріїв для оцінки бізнес-процесу планування виробництва було сформовано чітку та збалансовану систему оцінок, яка включає два рівні ієрархії. Перший рівень складається з основних критеріїв, що визначають загальну ефективність системи планування, а другий рівень охоплює підкритерії, які детальніше характеризують різні аспекти кожного з основних критеріїв. За цією системою були проведені експертні оцінки стану поточного бізнес-процесу планування виробництва та стану процесу після впровадження змін (рисунок 3.1), зокрема реінженірингу бізнес-процесів через імплементацію ERP-системи (SAP APO) та системи ковзного планування S&OP. Це дозволить детально порівняти результати ефективності роботи системи на різних етапах її функціонування.

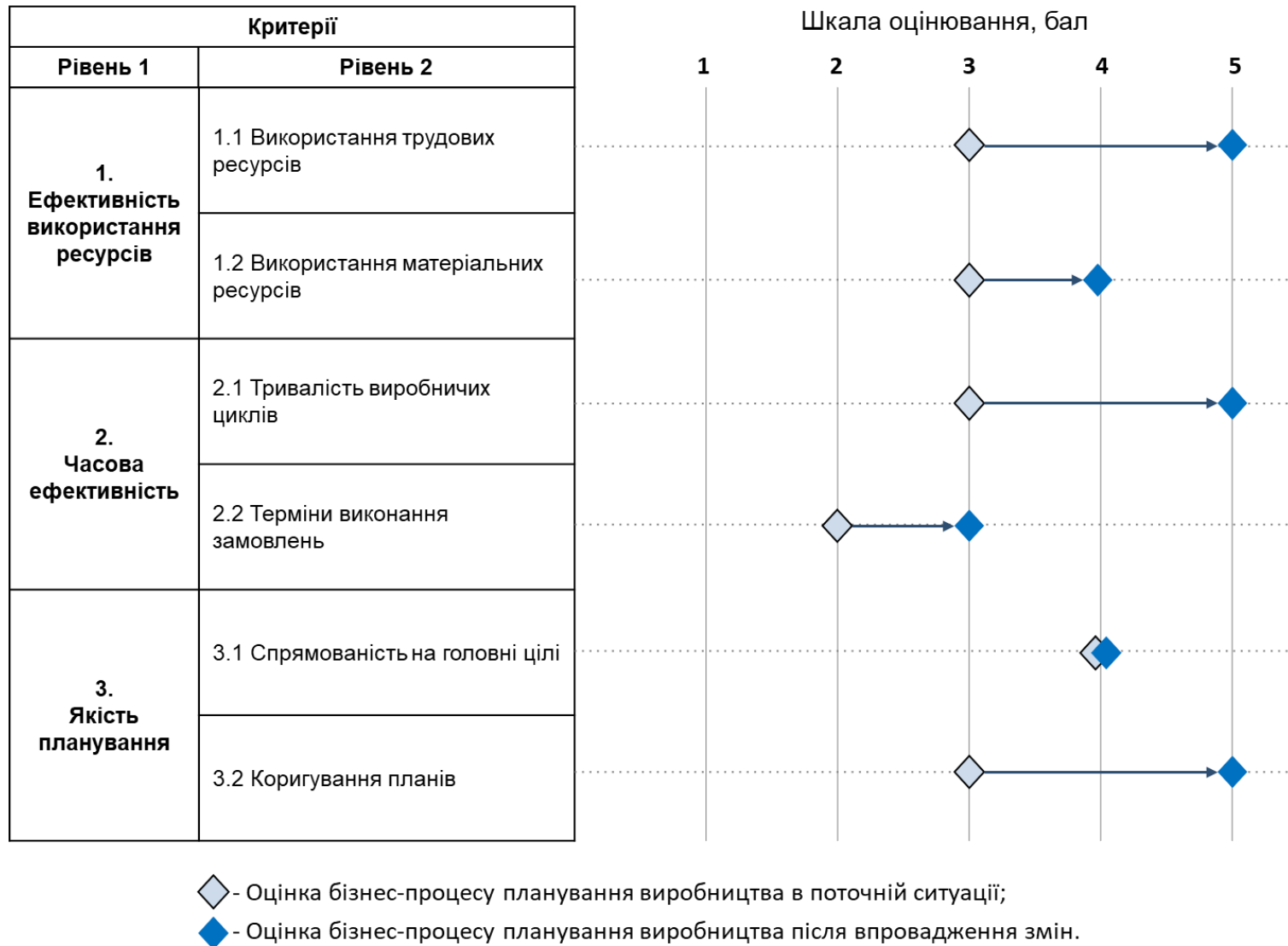


Рисунок 3.1 - Система критеріїв для оцінки бізнес-процесу планування виробництва АТ «МС».

Джерело: дані отримані від власника бізнес-процесу (експертні оцінки)

Згідно з методом аналізу ієрархій, були розраховані вагові коефіцієнти на основі експертних парних порівнянь за шкалою Сааті. Ці коефіцієнти дозволили побудувати інтегральну оцінку ефективності роботи системи планування виробництва до і після впровадження (рисунок 3.2), що дало можливість порівняти ефективність роботи системи в обох випадках та оцінити вплив запропонованих змін на покращення бізнес-процесів.

У процесі розробки методики оцінки ефективності системи планування виробництва було створено чітку та збалансовану систему показників, що включає в себе кілька критеріїв, які мають різну вагу залежно від їх важливості для досягнення оптимальних результатів у бізнес-процесі. Така система дозволяє об'єктивно оцінити поточний стан і прогнозувати ефективність системи після впровадження змін. Показники, зокрема, включають використання трудових та матеріальних ресурсів, тривалість виробничих циклів, терміни виконання замовлень, спрямованість на головні цілі, а також коригування планів, що дозволяє комплексно оцінювати роботу системи планування виробництва.

Згідно з результатами застосування методики аналізу ієрархій для оцінки ефективності системи планування виробництва, можна побачити суттєве покращення інтегральної оцінки ефективності: до впровадження змін інтегральна оцінка складала 2,8, в той час як після впровадження змін вона зросла до 4,4 (+55,5%). Це свідчить про значне покращення роботи системи планування в цілому, що відбулося завдяки удосконаленню таких критеріїв, як використання трудових ресурсів (з 0,7 до 1,1) +66,7%, тривалість виробничих циклів (з 0,8 до 1,3) +66,7%, коригування планів (з 0,5 до 0,8) +66,7%, а також терміни виконання замовлень (з 0,4 до 0,6)+50%.

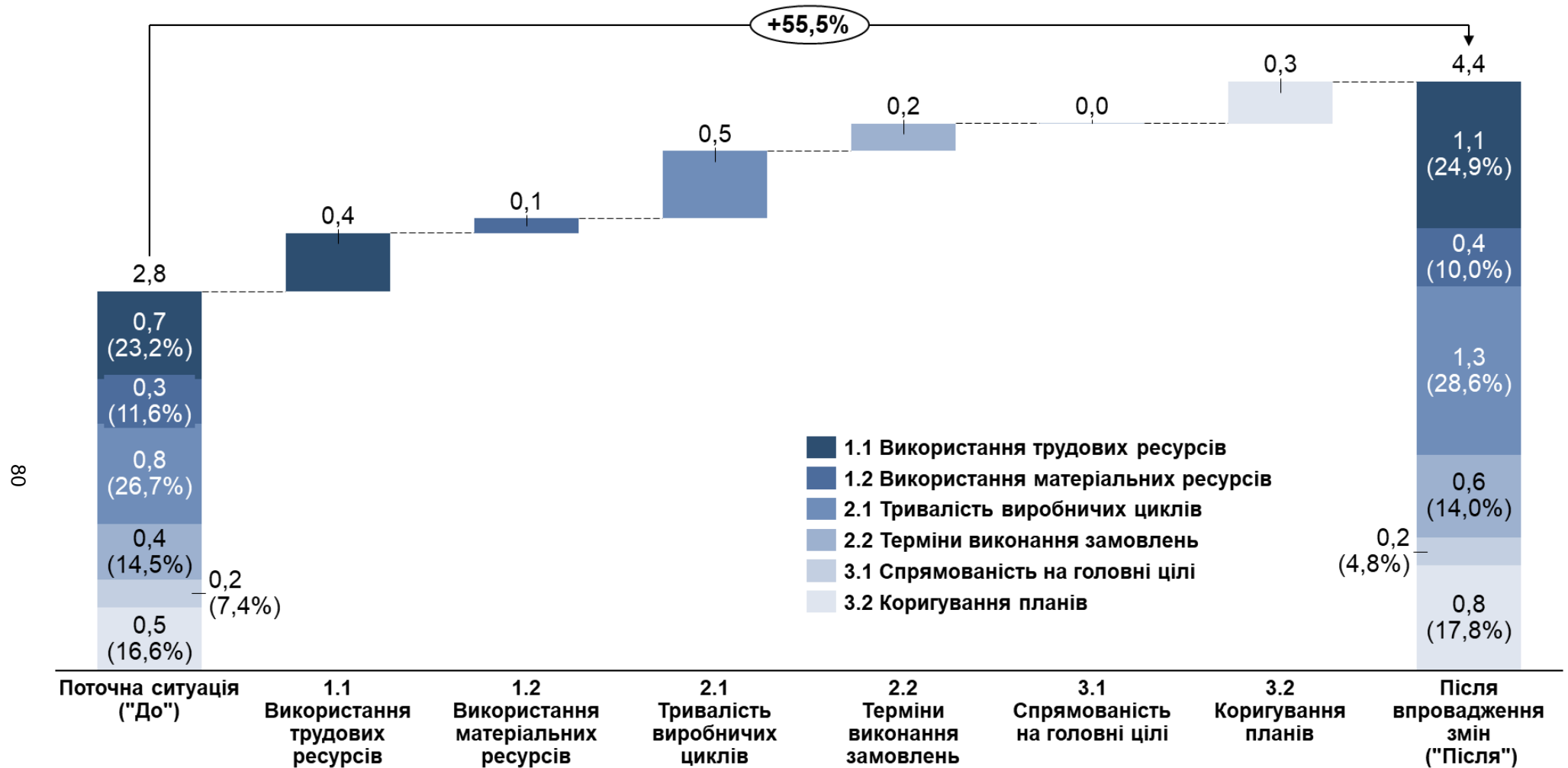


Рисунок 3.2 – Оцінка результативності реінжинірингу системи планування виробництва (з урахуванням вагових коефіцієнтів)

Ці покращення матимуть суттєвий вплив на операційну ефективність підприємства. Зокрема, оптимізація використання трудових і матеріальних ресурсів сприятиме зниженню операційних витрат, що безпосередньо позначиться на підвищенні рентабельності. Покращення тривалості виробничих циклів та точності термінів виконання замовлень дозволить підприємству досягати більш високих стандартів обслуговування клієнтів і виконувати замовлення швидше, що збільшить задоволеність споживачів і дозволить зменшити ризики від затримок. Адаптивність системи планування, зокрема завдяки покращеному коригуванню планів, дозволить підприємству бути більш гнучким до змін на ринку та реагувати на коливання попиту, що знизить витрати на непотрібні запаси та забезпечить кращу відповідність виробничих потужностей до реальних потреб. Таким чином, система планування виробництва стане більш ефективною, знижуючи витрати і підвищуючи гнучкість, що дозволить досягти стійкого зростання і покращити конкурентні позиції підприємства на ринку.

Для досягнення максимального ефекту від впровадження нових інструментів, в тому числі планування виробництва, необхідно встановити чіткі регламенти змін, що вносяться в організаційні процеси. Відсутність такого регулювання може призвести до порушення внутрішньої узгодженості бізнес-процесів, некоректної взаємодії між підрозділами та недосягнення поставлених цілей, що в свою чергу створює суттєві економічні та операційні ризики. Регламентація змін є необхідною для забезпечення стабільності, прозорості та передбачуваності процесів, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню їх ефективності. Визначення чітких етапів впровадження змін, ролей та відповідальностей учасників процесу є критичним для досягнення інтегрованого і синхронізованого функціонування всіх складових системи управління підприємством, що, в свою чергу, забезпечує його конкурентоспроможність та сталий розвиток на ринку.

Одним із ключових аспектів ефективного впровадження змін у бізнес-процеси є розробка детального регламенту [35], який чітко описує ролі та обов'язки кожного учасника процесу. Це особливо важливо в умовах інтеграції нових технологій, таких як ERP-системи або методи ковзного планування S&OP, оскільки від взаємодії різних відділів залежить ефективність реалізації змін та досягнення стратегічних цілей компанії. Регламент змін забезпечує прозорість і структуру в процесах, дозволяючи всім учасникам чітко зрозуміти свою роль, обов'язки та межі відповідальності. Зокрема, важливо, щоб цей регламент охоплював не лише технічні аспекти виконання завдань, а й визначав взаємозв'язки між різними підрозділами та осіб, які беруть участь у процесі.

Схема процесу. Регламент планування реалізації та операцій АТ "Мотор Січ" розроблений з метою детального опису процедури процесу планування виробництва на підприємстві. Він охоплює весь спектр етапів, починаючи від формування прогнозу потреб, що є основою для подальших виробничих розрахунків, до затвердження Плану реалізації та операцій підприємства. У документі визначено етапи, що включають формування попереднього подетального плану, актуалізацію основних виробничих даних, а також проведення розрахункових процедур в інтегрованій інформаційній системі SAP APO, яка забезпечує точність та своєчасність обробки інформації. Крім того, регламент передбачає підготовку та розсилку презентаційних матеріалів для Керуючого Комітету, що є необхідним для прийняття обґрунтованих рішень щодо реалізації виробничих планів. Затвердження Плану реалізації та операцій є ключовим етапом у процесі, що забезпечує узгодженість усіх функціональних підрозділів підприємства та ефективне досягнення поставлених цілей.

Дії ролей на кожному етапі. На кожному етапі процесу планування виробництва відповідні фахівці забезпечують виконання процедур, починаючи від формування прогнозу потреб до проведення

розрахункових процедур в системі SAP APO. Роль спеціалістів полягає у зборі та аналізі інформації для визначення обсягів попиту, формуванні попереднього плану та актуалізації даних у системах управління. Вони здійснюють розрахунки та коригування виробничих показників, забезпечуючи точність даних для подальших етапів.

Керівники, у свою чергу, беруть на себе відповідальність за прийняття рішень, аналіз результатів планування та затвердження кінцевого плану виробництва та реалізації продукції. Вони оцінюють ефективність планів, коригують їх у разі необхідності та забезпечують узгодженість усіх етапів процесу.

Власник процесу. Власником бізнес-процесу планування виробництва є генеральний директор, далі — «Власник процесу». Він відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності та відповідності всіх етапів планування виробництва стратегічним цілям підприємства. Генеральний директор відповідає за визначення стратегічних цілей організації, що мають бути враховані при формулюванні напрямків розвитку виробництва. Ці стратегічні цілі повинні знайти своє відображення у виробничих планах, що сприяє досягненню загальних завдань підприємства, таких як оптимізація ресурсів, підвищення продуктивності та забезпечення конкурентоспроможності.

Окрім цього, Власник процесу активно взаємодіє зі стейкхолдерами бізнес-процесу, включаючи ключових учасників процесу планування, а також інших зацікавлених осіб, що можуть впливати на виробничі плани. Ця взаємодія є необхідною для забезпечення цілісності та злагодженості планування, а також для коригування планів у разі змін у зовнішньому або внутрішньому середовищі організації.

Ще однією важливою функцією Власника процесу є постійний моніторинг ефективності процесу планування. Генеральний директор здійснює аналіз результатів планування, оцінює відхилення від

запланованих показників і приймає необхідні рішення щодо коригувань плану або процесу, щоб забезпечити досягнення стратегічних цілей організації. Це включає в себе контроль за виконанням виробничих показників, моніторинг використання ресурсів та оцінку виконання виробничих завдань у встановлені терміни.

Ролі в процесі. Для детальнішого розподілу обов'язків та чіткого визначення послідовності дій в процесі планування виробництва був сформован рисунок 3.3, яка включає перелік ролей та відповідних їм завдань на кожному етапі процесу, а також послідовність виконання дій від формування прогнозу потреб до затвердження виробничого плану.

Перелік задіяних ролей:

1. Виробниче Управління.
2. Зовнішньо-торгівельний департамент.
3. Управління головного конструктора.
4. Управління інформаційних технологій
5. Управління головного енергетика.
6. Управління головного механіка.
7. Управління закупок.
8. Фінансово-економічне управління.
9. Відділ виробничого планування.
10. Керуючий комітет підприємства.

Входи та ресурси процесу: прогноз потреб (заявки); Попередній план з виготовлення та ремонту продукції; Попередній подетальний план (ДСО) виробництва; Актуалізовані основні виробничі дані, ціни та обмеження; проект Плану реалізації та операцій АТ «МС»; Ефективний план виробництва та операцій АТ «МС».

Роль	День	Місяць																															Опис	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Виробниче Управління		■																																Формування попереднього плану з виготовлення та ремонту продукції
Виробниче Управління		■	■	■	■																												Формування попереднього подетального плану (ДСО)	
Виробниче Управління					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Актуалізація основних виробничих даних, цін та обмежень ДСО, продуктивність обладнання Норми витрат на сировину і матеріали Коди MDG на сировину, напівфабрикати, матеріали Норми витрат на енергоресурси Коди MDG на готову продукцію Графік проведення планово-попереджувальних ремонтів і ТО Технологічні простої Формування прогнозу цін і доступних обсягів по закупівлям Формування прогнозних цін за енергоресурсами, зворотними відходами Актуалізація логістичних витрат і обмежень на постачання сировини та відвантаження готової продукції	
Управління головного технолога					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Виробниче Управління					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Управління головного енергетика					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Зовнішньо-торгівельний департамент					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Управління головного механіка					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Управління головного енергетика					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Виробниче Управління					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Управління закупів					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Фінансово-економічне управління					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Управління закупів					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Зовнішньо-торгівельний департамент					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Відділ виробничого планування					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Проведення розрахункових процедур в системі SAP APO	
Відділ виробничого планування																																	Розрахунок плану виробництва, Калькуляцій, собівартості переділів	
Відділ виробничого планування																																	Планування реалізації готової продукції	
Відділ виробничого планування																																	Формування плану матеріальних потоків	
Відділ виробничого планування																																	Розглядання та затвердження Плана реалізації та операцій АТ «МС» Підготовка та розсилка матеріалів Розглядання та затвердження S&OP	
Керуючий комітет підприємства																																		

Рисунок 3.3 – Ролі в процесі формування та затвердження плану реалізації та операцій АТ «МС»

Виходи і споживачі процесу: прогноз потреб (заявки); Попередній план з виготовлення та ремонту продукції; Попередній подетальний план (ДСО) виробництва; Актуалізовані основні виробничі дані, ціни та обмеження; проект Плану реалізації та операцій АТ «МС»; Ефективний план виробництва та операцій АТ «МС».

Показник процесу: Ефективність використання ресурсів, часова ефективність, Якість планування.

Одним із інструментів управління проектами та оптимізації бізнес-процесів, який дозволяє чітко визначити ролі та відповідальності учасників в рамках виконання конкретних завдань або процесів, є Матриця RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed). Вона розподіляє функції між різними особами або групами в організації, тим самим сприяючи підвищенню ефективності, прозорості та зменшенню ризиків виникнення конфліктів через непорозуміння в межах процесу.

Конструкція матриці базується на чотирьох ключових категоріях ролей [36]:

Responsible (Відповідальний) — особа або група, що безпосередньо виконує завдання або процес.

Accountable (Підзвітний) — особа, яка несе кінцеву відповідальність за успішне виконання завдання або процесу і має право приймати рішення.

Consulted (Консультативний) — особи або групи, чиї поради або консультації є важливими для досягнення оптимального результату, зазвичай це експерти або спеціалісти.

Informed (Інформовані) — особи, яких необхідно поінформувати про хід виконання завдання або процесу, але які не беруть безпосередньої участі в прийнятті рішень чи виконанні робіт.

Таблиця 3.1 – Матриця RACI

Етапи	Виробниче Управління	Зовнішньо- торгівельний департамент	Управління головного конструктора	Управління головного енергетика	Управління головного механіка	Управління інформаційних технологій	Управління закупок	Фінансово- економічне управління	Відділ виробничого планування	Керуючий комітет АТ «МС»
Формування попереднього плану з виготовлення та ремонту продукції	A, R	C	C	-	-	-	-	-	I	-
Формування попереднього подетального (ДСО) плану виробництва	A, R	C	C	-	-	R	-	-	I	-
Актуалізація основних виробничих даних, цін та обмежень	R	R	R	R	R	-	R	R	A	-
Проведення розрахункових процедур в системі SAP APO	C	C	C	C	C	C	C	C	A, R	-
Розглядання та затвердження Плана реалізації та операцій АТ «МС» на Керуючому комітеті	C	C	C	C	C	-	C	C	R	A, R

Використання матриці RACI (Таблиця 3.1) в процесах планування виробництва є надзвичайно важливим для забезпечення ясності та чіткості в розподілі обов'язків. Вона допомагає уникнути дублювання зусиль, знижує ймовірність виникнення помилок через непорозуміння між учасниками процесу та дозволяє чітко визначити, хто саме відповідає за кожну окрему стадію або дію в процесі. Крім того, матриця RACI забезпечує покращену комунікацію між членами команди та іншими зацікавленими сторонами, що сприяє підвищенню загальної ефективності бізнес-процесів та досягненню поставлених цілей у межах оптимізації виробничих процесів.

Економічно обґрунтувати доцільність впровадження змін допомагає оцінка показників ефективності бізнес-процесу.

Точність планування визначає, наскільки заплановані обсяги виробництва, ресурси та терміни відповідають фактичним результатам. Важливим є порівняння запланованих та фактичних показників виробництва, що дозволяє оцінити відхилення від плану. Точність прогнозу потреб оцінюється через співвідношення прогнозованих потреб і фактичного попиту. Крім того, важливою є точність розрахунків у системах ERP та SAP APO, що дає змогу перевірити коректність обчислень і планів.

Продуктивність вимірюється через час циклу планування — від прогнозування до затвердження плану. Важливою є кількість виправлень плану, оскільки їхня частота може свідчити про точність початкових розрахунків. Також оцінюється використання потужностей, що відображає ефективність виробничих ресурсів, і його відповідність запланованим показникам.

Ефективність використання ресурсів включає оцінку витрат на матеріали, робочу силу та обладнання. Важливим показником є ефективність використання матеріальних ресурсів, що дозволяє уникати надлишків і дефіциту. Оцінка використання трудових ресурсів

та обладнання дає змогу визначити рівень ефективності розподілу робочої сили та зниження часу простоя виробничих засобів.

Фінансова ефективність оцінюється через співвідношення фактичних витрат на виробництво до запланованих, що дозволяє контролювати витрати. Також важливо знижувати витрати на непотрібні запаси, завдяки точному плануванню потреб. Оцінка рентабельності допомагає визначити економічну доцільність виробничих процесів.

Часові параметри оцінюють швидкість виконання замовлень та здатність підприємства дотримуватись термінів. Важливим є час виконання замовлення — від отримання до виконання. Показник відсотка замовлень, виконаних вчасно, є критерієм дотримання термінів, що важливо для задоволення клієнтів і репутації підприємства.

Задоволеність зацікавлених сторін оцінюється через відповідність виконаних замовлень вимогам клієнтів щодо якості та термінів. Внутрішня задоволеність співробітників свідчить про ефективність планувальних процедур та правильний розподіл обов'язків, що сприяє загальній успішності процесу.

3.2 Визначення джерел операційної ефективності та ризиків впровадження проєкту удосконалення системи планування виробництва на АТ «Мотор Січ»

Для оцінки ризиків впровадження змін у системі планування виробництва на АТ «Мотор Січ» необхідно виявити та проаналізувати потенційні проблеми і загрози, які можуть виникнути в процесі імплементації ERP-системи (SAP APO) та системи ковзного планування S&OP. Виявлення ризиків є критичним етапом у процесі планування і впровадження будь-якої зміни в організації, особливо коли мова йде про таку складну систему, як ERP [37]. Системи планування виробництва, як SAP APO, вимагають не лише технічної імплементації, а й значної зміни

бізнес-процесів, взаємодії між підрозділами, а також навчання персоналу. Оцінка ризиків дозволяє не тільки передбачити можливі труднощі, але й розробити стратегії для їх мінімізації, що сприятиме успішному впровадженню нових технологій і оптимізації бізнес-процесів. Оскільки будь-які зміни вимагають часу та ресурсів, передбачення ризиків дозволяє [38]:

Знизити ймовірність негативних наслідків. Раннє виявлення потенційних проблем дає змогу вжити необхідних заходів для їх уникнення або мінімізації.

Оптимізувати ресурси. Оцінка ризиків дозволяє спрямувати зусилля і ресурси на найбільш критичні аспекти проєкту, що забезпечує ефективне використання часу та фінансів.

Покращити управлінські рішення. Інформація про можливі загрози та їх наслідки дозволяє керівництву приймати обґрунтовані рішення і розробляти стратегії для зменшення ризиків, що забезпечує успішну імплементацію системи.

Забезпечити плавний перехід. Виявлення ризиків дозволяє зменшити період адаптації персоналу до нової системи та уникнути тимчасових збоїв у виробничих процесах.

Для оцінки ризиків впровадження проєкту вдосконалення системи планування на АТ «Мотор Січ» було обрано SWOT-аналіз [39], [40], оскільки він є потужним і універсальним інструментом, що дозволяє комплексно оцінити як внутрішні, так і зовнішні фактори, які можуть вплинути на успіх або невдачу проєкту. SWOT-аналіз дає змогу:

1. Системно підходити до оцінки ризиків: розгляд не лише зовнішніх загроз (наприклад, економічні зміни або регуляторні вимоги), а й внутрішніх слабкостей (наприклад, недостатня кваліфікація персоналу або проблеми з інтеграцією з існуючими системами), що є важливим для повного розуміння всіх можливих проблем.

2. Визначити критичні аспекти проєкту: визначення сильних та слабких сторін поточної системи планування на підприємстві для прогнозування, які проблеми можуть виникнути під час впровадження нової системи, а також як ці проблеми можуть бути вирішені.

3. Балансувати ризики та можливості: одночасне оцінювання як загроз, так і можливостей для виявлення потенційних проблем та можливостей, які можуть бути використані для посилення проєкту та оптимізації процесів.

4. Залучити різні рівні управління: залучення до процесу оцінки ризиків не лише топ-менеджменту, але й середнього менеджменту та співробітників різних підрозділів для широкого погляду на ситуацію і врахування всіх можливих аспектів, які можуть вплинути на успіх проєкту.

5. Оцінити вплив внутрішніх і зовнішніх факторів: оцінка як внутрішніх факторів, так і зовнішнього середовища, що є важливим для комплексної оцінки ризиків впровадження ERP-системи, яка вимагає врахування не лише організаційних змін, а й змін на ринку, у законодавстві та у конкурентному середовищі.

Якщо розглядати оптимізацію існуючої системи планування виробництва на машинобудівному заводі з використанням ERP системи (SAP), її модуля SAP APO, ковзного планування S&OP та нових регламентів взаємодії між підрозділами, SWOT-аналіз з точки зору ризиків впровадження та імплементації, то модель аналізу можна подати у вигляд рисунку 3.4.

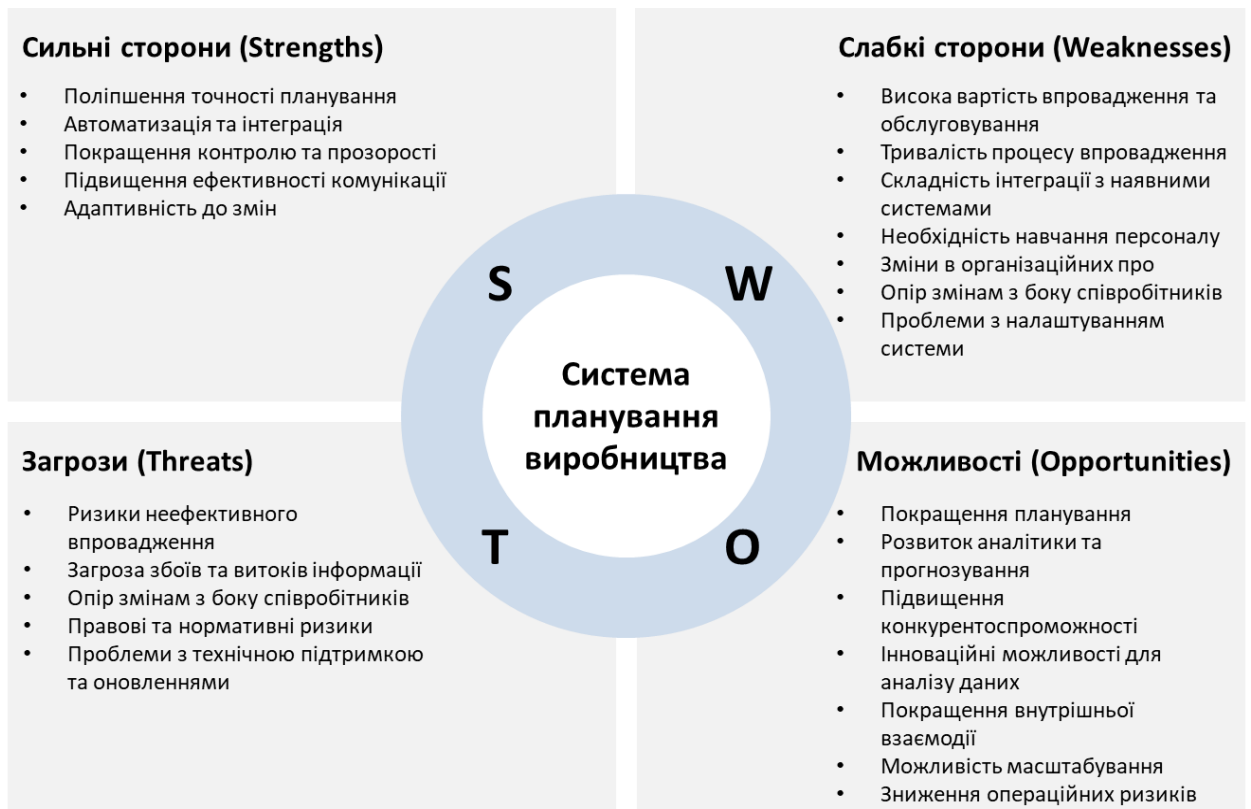


Рисунок 3.4 – SWOT-аналіз впровадження нової системи планування виробництва.

Сильні сторони (Strengths):

1. Поліпшення точності планування. Запровадження системи SAP APO та процесу ковзного планування S&OP дозволяє інтегрувати дані з усіх виробничих підрозділів, що забезпечує можливість аналізу великих обсягів інформації та прогнозування.

2. Автоматизація та інтеграція. Впровадження ERP-системи сприяє автоматизації рутинних операцій, що дозволяє знизити навантаження на персонал і мінімізувати людський фактор, що в свою чергу підвищує точність і знижує кількість помилок. Інтеграція з іншими модулями SAP оптимізує планування на всіх етапах, що позитивно впливає на загальну ефективність виробництва.

3. Покращення контролю та прозорості. Використання ERP-системи забезпечує більш ефективний моніторинг виробничих

процесів, підвищуючи видимість на всіх етапах і дозволяючи оперативно реагувати на зміни в умовах виробництва.

4. Підвищення ефективності комунікації. Запровадження нової системи сприяє зниженню непорозумінь і затримок у комунікаціях між підрозділами, що забезпечує чітке планування і більш ефективну взаємодію між різними відділами компанії.

5. Адаптивність до змін. Нова система дозволяє налаштувати процеси планування відповідно до конкретних потреб підприємства, що робить планування більш гнучким і здатним швидко адаптуватися до змін в умовах виробничого середовища.

Слабкі сторони (*Weaknesses*):

1. Висока вартість впровадження та обслуговування. Імплементация ERP-системи, зокрема SAP, вимагає значних фінансових інвестицій не тільки на придбання ліцензій, але й на закупівлю необхідного апаратного забезпечення, навчання персоналу та налаштування системи.

2. Тривалість процесу впровадження. Імплементация нової системи може вимагати значного часу, що є ресурсом, який необхідно ефективно планувати та використовувати для забезпечення мінімальних затримок в процесах компанії.

3. Складність інтеграції з наявними системами. Впровадження нової ERP-системи може зіткнутися з проблемами сумісності з вже існуючими інформаційними платформами, інфраструктурою або старими даними, що може призвести до додаткових витрат і затримок у роботі.

4. Необхідність навчання персоналу. Перехід на нову систему потребує значних зусиль для навчання співробітників, що дозволить їм ефективно використовувати всі функціональні можливості ERP-системи та забезпечити належну підтримку її роботи. Під час першої фази впровадження нової системи можуть виникнути тимчасові труднощі з

продуктивністю через адаптацію співробітників до нових інструментів і процесів, що може вплинути на загальний результат

5. Зміни в організаційних процесах. Впровадження нових регламентів взаємодії між підрозділами може сприйматися як додаткове навантаження для співробітників, що може спричинити стрес або зниження мотивації на початкових етапах.

6. Опір змінам з боку співробітників. Існує ймовірність, що частина персоналу буде негативно ставитися до нових технологій, що може затримати процес впровадження і знизити його ефективність через психологічний бар'єр.

7. Проблеми з налаштуванням системи. Нова система може не одразу відповідати всім вимогам підприємства, що вимагає додаткових налаштувань та адаптацій, що може створити тимчасові труднощі у її використанні.

Можливості (Opportunities) – джерела підвищення операційної ефективності:

1. Покращення планування. Впровадження нової системи надасть можливість підвищити обсяги виробництва та збільшити виробничу гнучкість, що сприятиме більш ефективному використанню наявних ресурсів та адаптації до змінюваних умов ринку [41].

2. Розвиток аналітики та прогнозування. Використання SAP APO та S&OP дозволяє вдосконалити процес планування, а також забезпечити більш точне прогнозування попиту, що дозволяє знизити ймовірність дефіциту чи надлишку запасів та підвищити ефективність управління ними.

3. Підвищення конкурентоспроможності. Оптимізація процесів планування сприяє зниженню собівартості продукції, скороченню часу на виготовлення та поліпшенню своєчасності постачання, що в сукупності підвищує конкурентоспроможність підприємства на ринку.

Інноваційні можливості для аналізу даних: Модуль SAP APO дає змогу здійснювати глибокий аналіз великих обсягів даних, що дозволяє не тільки прогнозувати майбутні тенденції, але й оцінювати потенційні ризики на різних етапах виробничого процесу, що покращує ухвалення управлінських рішень.

4. Покращення внутрішньої взаємодії. Впровадження нових регламентів взаємодії між підрозділами сприяє покращенню співпраці між різними відділами, зокрема між виробництвом, закупівлею та логістикою, що дозволяє досягти більш ефективного використання ресурсів та синергії між функціональними групами.

5. Можливість масштабування. Запровадження ERP-системи створює можливості для подальшого масштабування бізнесу завдяки інтеграції з іншими модулями SAP, що дозволяє адаптувати систему до розширення обсягів діяльності та нових ринкових умов.

6. Зниження операційних ризиків. Нові функції ERP-системи дозволяють більш ефективно управляти виробничими ризиками, зокрема збої в поставках або технічні проблеми, що дозволяє знижувати ймовірність порушення виробничих планів та забезпечує стійкість процесів.

Для успішної реалізації проекту впровадження нової системи планування виробництва важливо провести SWOT-аналіз, що дозволяє виявити потенційні загрози та слабкі сторони. Оцінка цих ризиків дає можливість розробити ефективні контрзаходи для їх нейтралізації, що сприяє безперешкодному та ефективному впровадженню змін і мінімізації можливих негативних наслідків (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Загрози при впровадженні змін та рекомендовані контрзаходи

Загрози	Опис	Контрзахід
Ризики неефективного впровадження	Імплементація нової системи може призвести до тимчасового зниження продуктивності або навіть до збоїв у роботі підприємства, якщо система функціонуватиме з помилками. Невірні налаштування або інтеграція системи можуть спричинити труднощі, такі як збої в плануванні чи некоректне відображення даних	Планування етапів впровадження та тестування: розробити детальний план впровадження з чітко визначеними етапами. Важливо також провести пілотне тестування ERP-системи на окремих підрозділах або процесах для виявлення можливих помилок до її повного впровадження. Залучення консультантів: врахувати досвід зовнішніх консультантів з впровадження ERP-систем у подібних підприємствах, що дозволить уникнути типової помилки у процесі інтеграції та налаштування системи. Навчання персоналу: розробити програми навчання для всіх рівнів персоналу, щоб забезпечити правильне використання ERP-системи.
Загроза збоїв та витоків інформації	Впровадження нових інформаційних технологій може збільшити ймовірність кібератак або витоків даних, що несе загрозу безпеці корпоративної інформації та може призвести до фінансових та репутаційних втрат.	Забезпечення кібербезпеки: встановити високий рівень кібербезпеки для захисту даних від можливих кіберзагроз, проведення регулярних аудитів з безпеки. Навчання персоналу: провести навчання для співробітників щодо основних принципів безпеки даних, особливо для тих, хто працює з конфіденційною інформацією. Регулярні оновлення: забезпечити регулярне оновлення ERP-системи для усунення вразливостей та покращення захисту від потенційних загроз.

Продовження табл. 3.2

Загрози	Опис	Контрзахід
Опір змінам з боку співробітників	Існує ймовірність, що працівники підприємства будуть негативно ставитися до змін, особливо якщо вони вимагають суттєвих коригувань звичних робочих процесів. Це може призвести до тимчасового зниження ефективності на етапі впровадження та адаптації.	<p>Комунікація: забезпечити чітке інформування про цілі та переваги впровадження системи, організувати зустрічі для виявлення занепокоєнь та відповіді на запитання. Залучати співробітників до змін, щоб вони відчували свою участь у розвитку компанії.</p> <p>Покрокове впровадження: Впроваджувати нові процеси поступово, даючи час для адаптації, і передбачити паралельну роботу старої та нової системи на початку.</p> <p>Мотивація та підтримка: Впровадити програми мотивації для навчання та адаптації.</p>
Правові та нормативні ризики	Впровадження ERP-системи може зіткнутися з регуляторними обмеженнями, що вимагають дотримання вимог для узгодження з нормативними документами.	<p>Адаптація: розробити механізм регулярного моніторингу змін у законодавстві з оперативним внесенням коригувань в ERP-систему для підтримки відповідності. відповідності процесів та документації законодавчим вимогам.</p> <p>Забезпечення документації: Забезпечити наявність необхідних сертифікатів та дозволів, що підтверджують відповідність ERP-системи регуляторним вимогам.</p>
Проблеми з технічною підтримкою та оновленнями	Недостатня або неефективна технічна підтримка може призвести до перебоїв у функціонуванні системи, що негативно вплине на ефективність всього процесу планування.	<p>Укладення контракту на технічну підтримку: у договорі з постачальником ERP-системи визначити умови надання технічної підтримки, включаючи час реагування на проблеми та оновлення системи.</p> <p>Команди підтримки: створити команду, відповідальну за підтримку користувачів та оперативне вирішення технічних проблем.</p> <p>Регулярні оновлення та аудит: Забезпечити регулярні оновлення ERP-системи для усунення виявлених проблем та підтримання високої функціональності, а також проводити аудити для оцінки потреб в оновленнях</p>

Використання SWOT-аналізу для оцінки ризиків впровадження ERP-системи (SAP APO) та процесу ковзного планування S&OP на АТ «Мотор Січ» є важливим інструментом для виявлення і системного аналізу потенційних загроз і можливостей. Завдяки SWOT-аналізу можна комплексно оцінити як внутрішні, так і зовнішні фактори, що впливають на успішність проекту. Оцінка сильних і слабких сторін існуючої системи, а також виявлення можливих загроз і переваг дає змогу глибше зрозуміти ризики, спрогнозувати потенційні проблеми і розробити стратегії для їх мінімізації. Цей процес дозволяє оптимізувати ресурси, знизити ймовірність негативних наслідків і підвищити ефективність управлінських рішень.

Впровадження ERP-системи та ковзного планування дає можливість значно покращити процеси планування виробництва. Завдяки інтеграції даних з різних підрозділів компанії, система дозволяє досягти більш точного прогнозування попиту, що в свою чергу знижує ризики дефіциту або надлишку запасів. Це дозволяє оптимізувати обсяги виробництва і забезпечити ефективне використання наявних ресурсів, що є важливим для адаптації до змінюваних умов ринку.

SAP APO та процес ковзного планування також надають можливість для глибшого аналізу великих обсягів даних, що допомагає не лише прогнозувати майбутні тенденції, але й оцінювати потенційні ризики на різних етапах виробничого процесу. Це дозволяє оперативно коригувати виробничі плани, знижувати ймовірність помилок і забезпечувати своєчасне виконання планів. Окрім цього, завдяки інтеграції з іншими модулями SAP, компанія отримує можливість швидко адаптувати систему до змін на ринку, що дозволяє масштабувати бізнес і гнучко реагувати на нові виклики.

Важливим аспектом є також покращення внутрішньої взаємодії між підрозділами, зокрема між виробництвом, закупівлею та логістикою. Впровадження нових регламентів взаємодії допоможе зменшити

комунікаційні бар'єри, підвищить ефективність співпраці та дозволить досягти кращої координації на всіх етапах виробничого процесу. Це в свою чергу сприяє кращому використанню ресурсів і синергії між різними функціональними групами.

Таким чином, можливості, які відкриваються завдяки впровадженню ERP-системи та ковзного планування S&OP, є потужними джерелами підвищення операційної ефективності підприємства. Вони дозволяють не лише оптимізувати внутрішні процеси, але й підвищити конкурентоспроможність, знизити операційні ризики та забезпечити більш гнучке реагування на зміни ринку. А використання SWOT-аналізу є важливим етапом для виявлення цих можливостей та ефективного управління ними в процесі впровадження нових технологій на підприємстві.

Висновки за розділом 3

У результаті проведеної роботи над оптимізацією бізнес-процесу планування виробництва на АТ «Мотор Січ» застосовано Метод аналізу ієрархій, що дозволив створити чітку та збалансовану систему оцінок, що дозволило побудувати інтегральну оцінку ефективності системи планування, до і після впровадження змін. Оптимістичне значення зростання ефективності після успішної імплементації змін до системи та усіх налаштувань +55,5%. Для досягнення максимального ефекту від нововведень, зокрема в плануванні виробництва, було важливо встановити чіткий регламент змін. Зокрема, розроблено Регламент планування реалізації та операцій, який детально описує етапи процесу планування. Окрім цього, для покращення комунікації та прозорості в процесах було використано Матрицю RACI, яка чітко розподіляє обов'язки та відповідальність між різними ролями в організації. Ці

заходи дозволяють підвищити ефективність та знизити ризики виникнення непорозумінь у процесі управління виробничим планом.

Використання SWOT-аналізу для оцінки ризиків впровадження ERP-системи (SAP APO) та процесу ковзного планування S&OP на АТ «Мотор Січ» є ефективним інструментом для системного виявлення потенційних загроз і можливостей. Завдяки цьому аналізу можна оцінити як внутрішні, так і зовнішні фактори, що можуть вплинути на успішність проєкту, і визначити критичні аспекти для їх мінімізації. Оцінка сильних і слабких сторін існуючої системи дозволяє покращити процеси планування, знизити ризики і підвищити ефективність управлінських рішень.

ВИСНОВКИ

Деякі сучасні світові економіки вже демонструють ознаки переходу до Індустрії 5.0, що передбачає глибоку інтеграцію людських та технологічних факторів у виробничі процеси, а також використання більш складних і гнучких систем управління. Водночас в Україні, з огляду на поточний стан машинобудівної галузі, не були в достатній мірі імплементовані інструменти та технології Індустрії 4.0, зокрема сучасні системи планування виробництва. Це призвело до значних проблем у виробничому процесі, що, в свою чергу, негативно позначилося на конкурентоспроможності українських підприємств. Враховуючи швидкість технологічних змін та зростаючі вимоги до гнучкості виробництва, необхідно оперативнo коригувати виробничі процеси.

Підсумовуючи проведений аналіз, можна зазначити, що запровадження гнучких та адаптивних систем планування, що здатні оперативнo реагувати на зміни в попиті, постачанні та інших умовах зовнішнього середовища, є ключовим для підвищення операційної ефективності. Ефективне планування сприяє зниженню витрат, підвищенню продуктивності та оптимізації ресурсів, а також дає змогу виявити проблемні ділянки для їх усунення. Важливою складовою є постійна корекція планів на основі змін внутрішнього та зовнішнього середовища, що забезпечує конкурентоспроможність підприємств.

Встановлено, що впровадження ERP-систем, зокрема модулю АРО та процесу S&OP, дозволяє автоматизувати управління в реальному часі, знижуючи операційні ризики та покращуючи точність планування. Інтеграція цих інструментів підвищує узгодженість між різними підрозділами, зменшує надлишки запасів і покращує оборотність коштів. Вони також допомагають швидко реагувати на зміни попиту та знижують ризики, пов'язані з невизначеністю в постачанні чи

виробництві, що є важливим для збереження високої конкурентоспроможності.

Результати проведеного дослідження дозволили встановити, що в Україні в галузі машинобудування спостерігається низький рівень впровадження ERP-систем, що обмежує ефективність управління виробничими процесами. Лише 25,5% підприємств використовують ці системи, і значна частина з них не використовує весь потенціал, зокрема модуль виробничого планування, що обмежує можливості для оптимізації ресурсів, зниження витрат та покращення координації між підрозділами. Ці інструменти дозволяють синхронізувати виробничі та збутові плани, оптимізувати використання потужностей, зменшити ризики дефіциту чи надлишку ресурсів та підвищити адаптивність підприємства до змін ринкових умов. Враховуючи наведені переваги, для українських машинобудівних підприємств важливо подолати бар'єри впровадження сучасних ERP-систем і їхніх складових, щоб покращити планування та управління виробництвом в умовах глобальних економічних змін.

В результаті аналізу поточної системи планування виробництва було виявлено кілька основних вузьких місць, що обмежують її ефективність: жорсткість системи планування, неефективне управління ресурсами, розбіжність між планами різних підрозділів.

Для їх усунення в роботі запропоновано ряд заходів, які допоможуть оптимізувати процеси планування та підвищити гнучкість системи. Завдяки впровадженню запропонованих заходів система планування стане більш гнучкою, здатною швидко адаптуватися до змінних умов і забезпечити ефективне використання ресурсів, що в свою чергу підвищить конкурентоспроможність підприємства.

Для аналізу ефективності нової системи планування виробництва був проведений SWOT-аналіз та виконана оцінка інтегрального показника ефективності, що дозволило зробити кілька важливих

висновків щодо вдосконалення процесів і впровадження нових технологій.

По-перше, оцінка ефективності роботи системи планування, проведена на основі вагових коефіцієнтів, показала значне покращення інтегральної оцінки результатів. Інтегральна оцінка зросла з 2,8 до 4,4 (+55,5%), що свідчить про значне поліпшення роботи системи планування в цілому. Це вдосконалення стало можливим завдяки покращенню таких ключових критеріїв, як використання трудових і матеріальних ресурсів (з 0,7 до 1,1, +66,7%), тривалість виробничих циклів (з 0,8 до 1,3, +66,7%), коригування планів (з 0,5 до 0,8, +66,7%) та терміни виконання замовлень (з 0,4 до 0,6, +50%).

По-друге, SWOT-аналіз дозволив виявити як потенційні ризики, так і можливості впровадження ERP-системи та ковзного планування. Зокрема, інтеграція даних з різних підрозділів компанії дозволяє не лише оптимізувати прогнозування попиту, а й знизити ризики дефіциту або надлишку запасів, що позитивно впливає на ефективне використання ресурсів.

Отже, результати роботи можуть бути використані підприємством для реінженірингу бізнес-процесу планування виробництва шляхом впровадження системи ковзного планування S&OP та імплементації ERP-системи (SAP APO), що дозволить підвищити операційну ефективність, адаптувати виробничі процеси до змін у ресурсних потоках та оперативно реагувати на виклики ринку. Це сприятиме оптимізації планування, зниженню операційних ризиків та підвищенню конкурентоспроможності підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Михайленко О.Ф. Планування і контроль на підприємстві: навчальний посібник. Київ, 2014. 460 с.
2. Джафарова Е.С., Карпенко М.О., Особливості та проблеми впровадження індустрії 4.0 в Україні. *Економіка та суспільство*. 2021. №32. С. 1-7.
3. Корогодова О.О., Омелянчук Р.О. Вплив тенденцій технологічного розвитку індустрій 1.0-5.0 на міжнародні логістичні процеси. Сучасні тенденції розвитку фінансових та інноваційно-інвестиційних процесів в Україні. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції 2-3 березня 2023 року : збірник наукових праць [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ, 2023. – С. 121-144.
4. Обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг) підприємств за видами економічної діяльності промисловості у 2010–2023 роках. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 22.12.2024).
5. Офіційний курс гривні щодо іноземних валют (середній за період). URL: https://www.bank.gov.ua/files/Exchange_r (дата звернення: 22.12.2024).
6. Веретенникова Г. Б., Томах В.В., Геращенко І.М. Планування та організація діяльності підприємства: навчальний посібник. Харків, 2020. 210 с.
7. Петухов В.Р. Планування виробництва з використанням технології групового прийняття рішень. *Економіка і суспільство*. 2018. № 19 С. 1449-1453.
8. Великих К.О. Практичне використання циклу демінга в удосконаленні процесів управління компанією. *Комунальне господарство міст*. 2018. №143. С. 28-30.

9. Наконечна Д.Ю. Удосконалення процесу управління енергоощадженням на засадах циклу Демінга. *Економічна наука*. 2013. №3. С. 62-66.
10. Нечипорук А. А., Таранич О.В. Управління ефективністю виробничої діяльності підприємства: сутність та значення. *Економіка та суспільство*. 2023. №56. С. 1-7.
11. Вороніна А.В., Підвищення ефективності системи планування промислового підприємства. *Економіка та управління підприємствами*. 2022. №1(4). С. 49-55.
12. Ігнат'єва І.А., Гавриленко Т.В. операційна ефективність в стратегічному управлінні промисловими підприємствами. *Соціально-економічний розвиток регіонів в контексті міжнародної інтеграції*. 2018. №29(18). С. 56-60.
13. Гурбик Ю., Сальникова М., Курган П. Суть, принципи та етапи стратегічного планування на підприємстві. *Економіка та суспільство*. 2019. Т.20. С. 60-69. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/9> (дата звернення: 05.12.2024).
14. Кваско А. В. Шендерівська Л. П. Ефективність операційної діяльності підприємства та її оцінювання. *Серія економічні науки*. 2022. №46. С. 60-69.
15. Филипенко О.М., Гросул В.А. планування і контроль на підприємстві: навчальний посібник. Харків, 2011. 325 с.
16. Тимошенко В.М. Планування діяльності підприємства: конспект лекцій. Харків, 2010. 199 с.
17. Forbse.ua ERP-системи, великі дані та хмара. Які технології використовують український бізнес? Аналітика Держстату у чотирьох графіках. URL: <https://forbes.ua/ru/innovations/erp-sistemi-veliki-dani-ta-khmara-yaki-tekhnologii-vikoristovuyut-ukrainski-idpriemstva-analitika-derzhstatu-u-chotirokh-grafikakh-11122024-25453> (дата звернення: 22.12.2024).

18. ERP-системи для автоматизації обліку ресурсів підприємства: інтеграція та оптимізація бізнес-процесів. ЕРП ПРОЕКТ. URL:<http://erp-project.com.ua/index.php/uk/korisni-materiali/statti/avtomatizatsiya/1050-erp-sistemi-dlya-avtomatizatsiji-obliku-resursiv-pidpriemstva-integratsiya-ta-optimizatsiya-biznes-protsesiv> (дата звернення: 25.12.2024).

19. Спілка автоматизаторів бізнесу: Огляд ринку ERP-систем в Україні. URL: <https://kamalasoftware.com/uk/blog/obzor-rynka-erp-sistem-v-ukraine/> (дата звернення: 28.12.2024)

20. Кавецький В.В., Ратушняк О.Г. Сучасні системи управління плануванням та організацією виробництва. *Ефективна економіка*. 2021. №12. С. 1-8.

21. Bozarth C.B., Handfield R.B., Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw. – Wydawnictwo: Onepress. 2007. stron. 728.

22. APICS Supply Chain Council (APICS SCC). URL:<http://www.apics.org/> (дата звернення: 12.12.2024).

23. Thomas F. Wallance. Sales and operations planning. The “How-To” Handbook. Second edition. T.F. Wallance & Company. 2004. 193 pages.

24. Похильченко О.А. Методологічні аспекти імплементації S&OP у систему планування підприємств. *Інфраструктура ринку*. 2020. №41. С. 140-149.

25. Крикавський Є., Похильченко О., Фертч М. Логістика та управління ланцюгами поставок: навч. посібник. Львів, 2017. 844 с.

26. Степченков Я. S&OP – культура ефективної взаємодії. URL: <https://trademaster.ua/articles/1558> (дата звернення: 16.12.2024).

27. Офіційний сайт АТ «Мотор Січ». URL: <https://motorsich.com/ukr/profile/> (дата звернення: 20.12.2024).

28. Козир С.В., Слесарев В.В., Ус С.А., Хом'як Т.В. Моделювання та реінжиніринг бізнес-процесів: підручник. Дніпро, 2022. 163 с.

29. Stashkevych I., Turlakova S., Shevchenko O., Derzhevetska M. IDEF0-Technology of Modeling of Processes of Minimization the Resistance of the Personnel to Organizational Changes at the Enterprise. *WSEAS Transactions on Environment and Development*. 2020. Вип. 16. С. 286-296.
30. Файнзільберг Л.С., Жуковська О.А., Якимчук В.С. Теорія прийняття рішень: підручник. Київ, 2018. 246с.
31. Новожилова М.В., Чуб О.І. Методи та засоби прийняття рішень: навчальний посібник. Харків, 2024. 114с.
32. Файнзільберг Л.С., Якимчук В.С. Теорія прийняття рішень: методичні вказівки. Київ, 2017. 25с.
33. Полінкевич О.М., Волинець І.Г. Обґрунтування управлінських рішень та оцінювання ризиків: навчальний посібник. Луцьк, 2023. 363с.
34. Нікітіна Л., Яценко І. Моделі та методи прийняття рішень: навчальний посібник. Харків, 2023. 179с.
35. Косенко Н.В. Проектний менеджмент: методичні рекомендації. Харків, 2019. 55 с.
36. Rahmad Dwi Putra Suhanda, Devi Pratami. RACI Matrix Design for Managing Stakeholders in Project Case Study of PT. XYZ. VOL. 05, № 02. 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/354214293_RACI_Matrix_Design_for_Managing_Stakeholders_in_Project_Case_Study_of_PT_XYZ (дата звернення 10.01.2024).
37. Сіменко І.В., Косова Т.Д. Аналіз господарської діяльності; навчальний посібник. Київ. 2014. 384 с.
38. Дикань В. Л., Токмакова І. В., Овчиннікова В. О., Корінь М. В., Толстова А. В. Економічна діагностика: підручник. Харків. 2022. 285 с.
39. Sharath Kumar C R, Praveena K.B. SWOT ANALYSIS. 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/374707908_SWOT_ANALYSIS (дата звернення 10.01.2024).
40. Аблєєва І. Ю., Пляцук Л. Д. Swot-аналіз соціо-економіко-екологічних систем: навчальний посібник. Суми. 2022. 228с .

41. Стригуль Л.С. Якісний реінжиніринг як основа ефективного впровадження ERP-систем на підприємствах України. Вісник НТУ «ХПІ». 2012. № 25(931). С.131–134.

42. Chernyshev S.P., Shevchenko N.Yu. Use of ERP systems to optimize the planning of production programs and increase operational efficiency. *International scientific conference "MININGMETALTECH 2024*. November 28–29, 2024. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2024. Vol. 2. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-228>.