

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ**

Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота / проєкт
другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

на тему Управління розподілом шихтових матеріалів
на ПрАТ «Запоріжвогнетрив» на базі інформаційної моделі

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0510-іє
спеціальності 051 Економіка
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Інформаційна економіка
(код і назва освітньої програми)

О.В. Ліванов

(ініціали та прізвище)

Керівник проф. каф. ІЕПФ, доц., д.е.н.

Глушчевський В.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент Завідувач каф. ІЕПФ ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ
д.е.н., доцент Глушчевський В.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя - 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Інформаційної економіки, підприємництва та фінансів

Рівень вищої освіти Другий (магістерський)

Спеціальність 051 Економіка
(код та назва)

Спеціалізація
(код та назва)

Освітня програма Інформаційна економіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.е.н., доц.
Глущевський В.В.

« _____ » _____ 20 _____ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ

Ліванову Олегу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Управління розподілом шихтових матеріалів на ПрАТ «Запоріжвогнетрив» на базі інформаційної моделі

керівник роботи Глущевський В`ячеслав Валентинович, д.е.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «30» червня 2021 року №975-с

2 Строк подання студентом роботи _____

3 Вихідні дані до роботи економічні та виробничі показники діяльності ПрАТ «Запоріжвогнетрив», статистичні дані, нормативна документація

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) провести аналіз теоретичних аспектів та практичних підходів до розв'язування задачі вибору оптимальної шихти в умовах серійного промислового виробництва; 2) розробити схему моделюючого алгоритму для інформатизації процесів короткострокового та довгострокового планування й управління взаємопов'язаними процесами виробництва та матеріально-ресурсного забезпечення виробництва вогнетривкої продукції; 3) побудувати математичну модель та провести модельні розрахунки інтенсивності використання множини раціональних (оптимальних) шихтовок з урахуванням наявності на складі потрібних шихтових матеріалів; 4) розробити структуру інформаційної моделі «Як Має Бути» для розв'язання задачі оптимального розподілу шихтових матеріалів на платформі Ms Excel.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) узагальнена схема інформатизації процесу підтримки прийняття рішень щодо управління розподілом шихтових матеріалів; оптимізаційна економіко-математична модель розподілу шихтових матеріалів; фрагмент побудованої інформаційної моделі «Як Має Бути»; результати комп'ютерного моделювання оптимальної шихти виробництва вогнетривких виробів.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Глуцевський В.В., проф. кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів	17.09.2021	17.09.2021
2	Глуцевський В.В., проф. кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів	19.10.2021	19.10.2021
3	Глуцевський В.В., проф. кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів	01.11.2021	01.11.2021

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Призначення наукових керівників. Затвердження тем дипломних робіт	30.06.2021	
2	Напрацювання теоретичного матеріалу: дослідження сутності об'єкту та предмету дослідження, критичний аналіз існуючих методологічних засад, вибір та обґрунтування напрямку проведення дослідження	30.09.2021	
3	Апробація результатів на Міжнародних та Всеукраїнських конференціях	Протягом навчального року	
4	Розробка економіко-математичного забезпечення основних елементів концептуального підходу.	15.10.2021	
5	Збір та систематизація статистичного та нормативного матеріалу дослідження.	30.10.2021	
6	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення роботи	20.11.2021	
7	Надання роботи та автореферату до рецензії. Нормоконтроль	01.12.2021	
8	Прилюдний захист дипломної роботи на засіданні ЕК	16.12.2021	

Студент _____ (підпис) _____ О.В. Ліванов (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) _____ (підпис) _____ В.В. Глуцевський (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ (підпис) _____ В.В. Хорошун (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Ліванов О.В. «Управління розподілом шихтових матеріалів на ПрАТ «Запоріжвогнетрив» на базі інформаційної моделі».

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістр за спеціальністю 051 Економіка, науковий керівник В.В. Глущевський. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні. Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів, 2021.

Метою магістерської роботи є обґрунтування системи управління розподілом шихтових матеріалів для динамічного пошуку оптимальних варіантів шихти при виготовленні асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив». Запропоновані у магістерській роботі способи вирішення актуальної економічної проблематики є універсальними у тому розумінні, що їх можна застосовувати з відповідними модифікаціями для вирішення іншої проблематики фінансово-економічної сфери діяльності, які пов'язано з підвищенням ефективності процесів управління витратами на виробництво, зберігання, маркетинг тощо в умовах виробничих процесів підприємств групи Метінвест.

Ключові слова: інформатизація, шихтування, модель, оптимізація, економіко-математичне моделювання, інформаційна модель даних.

АННОТАЦИЯ

Ливанов О.В. «Управление распределением шихтовых материалов на ЧАО «Запорожогнеупор» на основе информационной модели».

Квалификационная работа для получения степени высшего образования магистр по специальности 051 Экономика, научный руководитель В.В. Глущевский. Запорожский национальный университет. Инженерный учебно-научный институт им. Ю.М. Потебни. Кафедра информационной экономики, предпринимательства и финансов, 2021.

Целью магистерской работы является обоснование системы управления распределением шихтовых материалов для динамического поиска оптимальных вариантов шихты при изготовлении ассортимента огнеупорной продукции ЧАО

«Запорожжогнеупор». Предложенные в магистерской работе способы решения актуальной экономической проблематики являются универсальными в том понимании, что они могут быть применены с соответствующими модификациями для решения другой проблематики финансово-экономической сферы деятельности, которые касаются производства, хранения, маркетинга и т.п. в условиях производственных процессов предприятий группы Метинвест.

Ключевые слова: информатизация, шихтовка, модель, оптимизация, экономико-математическое моделирование, информационная модель данных.

ANNOTATION

Livanov O.V. «Charge Materials Distribution Management at Zaporizhvognetriv PJSC Based on Information Model».

Qualification work for obtaining a higher education degree - Master in 051 Economics, supervisor V.V. Glushchevsky. Zaporizhzhya National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Y.M. Potebni. Department of Information Economics, Entrepreneurship and Finance, 2021.

The purpose of the master's work is to substantiate the control system for the distribution of charge materials for the dynamic search for optimal variants of the charge in the manufacture of a range of refractory products of PJSC "Zaporizhvognetriv". The methods of solving current economic problems proposed in the master's thesis are universal in the sense that they can be used with appropriate modifications to solve other problems of financial and economic sphere of activity, which are associated with improving the management of production costs, storage, marketing, etc. conditions of production processes of Metinvest Group enterprises.

Key words: informatization, adjustment, model, optimization, economic-mathematical modeling, information data model.

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1. Теоретичні аспекти управління шихтуванням в умовах серійного промислового виробництва ПрАТ «Запоріжвогнетрив»	12
1.1. Бізнес-профіль ПрАТ «Запоріжвогнетрив»	12
1.2. Управління обмеженими ресурсами ПрАТ «Запоріжвогнетрив» з орієнтацією на сталий розвиток	19
1.3. Задача багатоваріантного вибору оптимальної шихти для виробництва асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив»	27
Висновки до розділу 1	32
Розділ 2. Концептуальні засади та математичний інструментарій моделювання оптимальної шихти для виробництва вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив»	34
2.1. Віртуалізація бізнес-процесу «Аналіз вузьких місць у процесі розробки виробничого плану ПрАТ «Запоріжвогнетрив»	34
2.2. Економіко-математична модель задачі багатоваріантного вибору оптимальної шихти виробництва асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив».....	43
2.3. Методи статистичної обробки та узагальнення даних для побудови інформаційної моделі	49
Висновки до розділу 2	56
Розділ 3. Інформатизація процесу управління розподілом шихтових матеріалів при складанні виробничих планів ПрАТ «Запоріжвогнетрив»	58
3.1. Принципи інформатизації процедури вибору оптимальної шихти для виробництва асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив»	58
3.2. Аналіз інформаційної моделі даних «ЯК Є» управління розподілом шихтових матеріалів ПрАТ «Запоріжвогнетрив»	64
3.3. Розроблення інформаційної моделі даних «Як Має Бути» оптимізації шихти при складанні виробничих планів ПрАТ «Запоріжвогнетрив»	70
Висновки до розділу 3	75
Висновки	76
Список використаної літератури	78

ВСТУП

Актуальність. Об'єктивним підґрунтям ефективної фінансово-економічної діяльності промислового підприємства є стійкий і керований процес оперативного (тактичного) обліку та релевантного управління витратами. ПрАТ «Запоріжвогнетрив» є найбільшим з підприємств-виробників вогнетривів в Україні [42]: виготовляє у широкому асортименті периклазові, периклазовохромітові, хромітопериклазові вироби, які застосовуються для промислового футерування; продукція підприємства має високу якість і є конкурентною, що на краще відрізняє її у порівнянні з вогнетривкою продукцією інших підприємств з подібним виробничим циклом.

Фахівці відділу контролінгу служби фінансового директора ПрАТ «Запоріжвогнетрив» стикаються з низкою об'єктивних проблемних ситуацій, що прямо або опосередковано пов'язано з процесом планування, обліку та контролю витрат, які виникають під час техніко-технологічних процесів виробництва асортименту вогнетривкої продукції та супутніх для них процесів матеріально-технічного забезпечення і логістичного управління запасами шихтових матеріалів. Ці завдання ускладнюються через технологічні особливості вогнетривкового виробництва, а саме через:

- величезне різноманіття матеріальних потоків, які характеризуються широким спектром різнорідної номенклатури використовуваних у виробничому циклі ресурсів, зокрема, шихтових матеріалів;

- вимоги сучасного ринку з орієнтацією виробників промислової продукції на портфель замовлень, коли перед ПрАТ «Запоріжвогнетрив» постає завдання повного виконання бізнес-зобов'язань перед партнерами-споживачами вогнетривкої продукції підприємства;

- обмеженість на доступність шихтових матеріалів на складах ПрАТ «Запоріжвогнетрив», що прямо пов'язано з високою мінливістю цін на

асортимент шихтових матеріалів на ринках сировини та обмеженістю власних складських площ підприємства для її тимчасового зберігання тощо.

Ігнорування цих та інших проблемних ситуацій, які постійно виникають під час перебігу виробничих і управлінських бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив», призводить до повної або часткової втрати керованості щодо забезпечення оптимального для підприємства кількісного співвідношення «витрати-ціна-прибуток» з урахуванням динамічності зовнішніх і внутрішніх факторів.

Професійно успішний економіст-управлінець, окрім власного досвіду й природного відчуття щодо прийняття ним «кращих» рішень, повинен володіти знаннями й навичками, які вже напрацьовано економістами-науковцями та які вже отримали підтвердження й знайшли визнання серед практиків-підприємців. Зокрема, це стосується «класичних» (типових, постійно повторюваних тощо) задач і проблемних ситуацій, які притаманні більшості промислових підприємств і часто постають під час їх поточної фінансово-економічної діяльності. Для їх вирішення вже розроблено та ефективно застосовується економіко-математичний інструментарій (методи, моделі, алгоритми, логічні схеми тощо) та відповідні інформаційно-обчислювальні ресурси (прикладні програми, стандартний функціонал Excel, власно розроблені програмні модулі тощо), які є потужною «аналітичною зброєю» в руках економіста-професіонала.

З урахуванням цієї аргументації для ПрАТ «Запоріжвогнетрив» перспективним на сьогодні завданням є реалізація проекту інформатизації обчислювально-аналітичних процедур для інтелектуальної підтримки прийняття ефективних рішень з управління розподілом шихтових матеріалів між різними варіантами шихтовок з урахуванням асортименту вогнетривкої продукції, яку включено у плановий портфель замовлень, що є визначило вибір теми цього магістерського дослідження.

Метою магістерської роботи є обґрунтування системи управління розподілом шихтових матеріалів для динамічного пошуку оптимальних варіантів шихти при виготовленні асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Для досягнення мети поставлено та вирішено такі *завдання*:

- провести аналіз теоретичних аспектів та практичних підходів до розв'язування задачі вибору оптимальної шихти в умовах серійного промислового виробництва;

- розробити схему моделюючого алгоритму для інформатизації процесів короткострокового та довгострокового планування й управління взаємопов'язаними процесами виробництва та матеріально-ресурсного забезпечення виробництва вогнетривкої продукції;

- побудувати математичну модель та провести модельні розрахунки інтенсивності використання множини раціональних (оптимальних) шихтовок з урахуванням наявності на складі потрібних шихтових матеріалів;

- розробити структуру інформаційної моделі «Як Має Бути» для розв'язання задачі оптимального розподілу шихтових матеріалів на платформі Ms Excel.

Об'єктом дослідження є бізнес-процеси ПрАТ «Запоріжвогнетрив», пов'язані зі складанням поточних виробничих планів щодо виготовлення асортименту вогнетривкої продукції на замовлення.

Предметом дослідження є економіко-математичний інструментарій, логіко-алгоритмічної процедури та прикладні ІТ-рішення для моделювання оптимального розподілу шихтових матеріалів між різними способами виготовлення асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Методи дослідження. У процесі наукового дослідження застосовано такі загальнонаукові та спеціальні методи: теоретичного узагальнення, системного аналізу та синтезу, логічного узагальнення; статистичний і графічний методи;

методи бізнес-планування, економіко-математичного моделювання, зокрема, методи лінійного програмування тощо.

Інформаційну базу дослідження становили законодавчі та нормативно-правові акти, що регулюють процеси шихтування для вогнетривкого виробництва та статистичні дані ПрАТ «Запоріжвогнетрив», зокрема такі: виробничий план вогнетривкої продукції згідно портфелю замовлень (за березень 2021 р.); чинні нормативи ресурсних витрат для затверджених варіантів шихти по асортименту вогнетривкої продукції; залишки шихтових матеріалів на складі; інші ретроспективні (архівні) дані (платформи - Ms. Excel та IT-Enterprise), а також періодичні видання, інформаційні видання, Інтернет-ресурси та власні емпіричні дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в теоретичному обґрунтуванні структурно-логічної схеми моделюючого алгоритму діалогової людино-машинної системи інформатизації процесів короткострокового та довгострокового планування й управління взаємопов'язаними процесами виробництва та матеріально-ресурсного забезпечення виробництва вогнетривкої продукції на прикладі ПрАТ «Запоріжвогнетрив». Це дало змогу оперативно отримувати множину раціональних (економічно прийнятних і обґрунтованих, оптимальних) варіантів шихти для асортименту вогнетривкої продукції з урахуванням різних варіантів розподілу шихтових матеріалів та їх складських запасів.

Практичне та теоретичне значення дослідження полягає у такому: запропоноване математичне та інформаційне забезпечення дозволяє здійснювати оперативну автоматизовану перевірку складеного виробничого плану на його ресурсну збалансованість і дотримання договірних бізнес-зобов'язань на базі діалогової системи на платформі Ms.Excel з використанням розробленої моделі оптимізації шихти.

Апробація результатів дослідження. Результати магістерської роботи відображено у збірнику наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука - 2021», 2021 р. [26] та у тезах доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Європейський вектор модернізації інженерної та економіко-управлінської освіти в умовах сталого розвитку промислового регіону», 2021 р. [13].

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 42 позицій, містить 4 таблиці, 18 рисунка. Загальний обсяг роботи складає 82 сторінок.

РОЗДІЛ 1

**ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ШИХТУВАННЯМ
В УМОВАХ СЕРІЙНОГО ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА
ПрАТ «ЗАПОРІЖВОГНЕТРИВ»**

1.1. Бізнес-профіль ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Історична довідка [33]. Запорізький вогнетривкий завод бере початок від створення у 1929 р. і виготовлення першої промислової партії вогнетривкої продукції у 1933 р. Після 1945 р. відбувається процес постійного вдосконалення технології виробництва вогнетривкої продукції, модернізація та розширення виробничих потужностей підприємства - будуються та вводяться в експлуатацію нові цехи підприємства. Починаючи з 1995 р., відбувається інтенсивна модернізація виробничих ліній заводу з урахуванням екологічних стандартів (встановлено преси німецької фірми «Laeis Bucher»; введено в експлуатацію спеціальні пакувальні машини, які гарантують захист виробів від механічних пошкоджень та вологи; виготовляється пресове оснащення високої точності та міцності; здійснено перехід на повне оборотне водопостачання і припинення скидів у річку Дніпро, введено в експлуатацію загальнозаводські споруди з двоступеневою системою очищення, які забезпечують замикання промислових і дощових стоків підприємства в єдину оборотну систему водопостачання), а сам Запорізький вогнетривкий завод реорганізовано у відкрите акціонерне товариство «Запоріжвогнетрив» (з 2011 р. публічне акціонерне товариство «Запоріжвогнетрив», а з 2016 р. приватне акціонерне товариство (ПрАТ) «Запоріжвогнетрив»). Підприємство увійшло у 2013 р. до складу товариства з обмеженою відповідальністю «Метінвест холдинг».

Починаючи з 2015 р., на підприємстві функціонує управління сервісних робіт, головне завдання якого – підвищення ефективності технічних рішень

обслуговування футерування металургійних агрегатів і зниження витрат металургійних підприємств на ремонтні роботи. У рамках сервісного обслуговування ПрАТ «Запоріжвогнетрив» виконує такі види робіт:

- обстеження об'єктів і вивчення технічних параметрів їх експлуатації;
- підбір матеріалів та розробка проектів футерування;
- виконання вогнетривких робіт;
- здача об'єктів в експлуатацію і подальше гарантійне обслуговування.

За рахунок контролю всього технологічного ланцюжка – від виробництва вогнетривких виробів до монтажу футеровки та сервісного обслуговування, ПрАТ «Запоріжвогнетрив» забезпечує клієнту підвищену стійкість вогнетривкої кладки.

Маркетинг [33]. ПрАТ «Запоріжвогнетрив» входить до п'ятірки найбільших виробників вогнетривкої продукції країн СНД і є найбільшим вогнетривким підприємством в Україні, що не має собі рівних за видами та асортиментом високоякісної продукції – понад 1200 основних марок вогнетривів, неформованих матеріалів, бетонних сумішей та мас, більше 30 видів сервісу. Продукція підприємства має високу якість і є конкурентною, що на краще відрізняє її за видами та асортиментом у порівнянні з вогнетривкою продукцією інших підприємств з подібним виробничим циклом (див. рис. 1.1).

Підприємство спеціалізується на виробництві шамотних, високоглиноземних, магнезійних і неформованих виробів, які виготовляються трьома виробничими цехами, а саме:

– Алюмосиліктний цех №1 (далі - ВШВ) забезпечує виробництво шамотної продукції (вироби вогнетривкі і високовогнетривкі шамотні загального призначення, для сифонного розливання сталі, футерування сталерозливних і чавуновозних ковшів, кладки доменних, обертових печей, для насадок регенераторів мартенівських печей, для кладки повітрянагрівачів і повітропроводів гарячого дуття доменних печей тощо).

– Алюмосиліктний цех №2 (далі - ВВВ) забезпечує виробництво високоглиноземистої продукції (вироби вогнетривкі муллітокремнеземні та

мулітові для печей випалу анодів, для футерування сталерозливних ковшів, для кладки різних теплових агрегатів, виробу високовогнетривкі для кладки повітронагрівачів та повітропроводів гарячого дуття доменних печей, трубки алюмосилікатні вогнетривкі і високовогнетривкі для продувки сталі в ковші інертними газами тощо).

– Цех магнезійних виробів (далі - ЦМВ) забезпечує виробництво магнезійної продукції (вироби високовогнетривкі періклазовуглицеві для конвертерів кисневої продувки, для **футеровки обертових печей і** кладки футеровки сталерозливних ковшів, виробу вогнетривкі периклазов, періклазохромітові, хромітоперіклазові для футеровки обертових печей, сталеплавильних конвертерів, теплових агрегатів в металургії тощо).



Рис. 1.1. Маркетингові пропозиції ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Основними споживачами продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив» є підприємства металургійної, цементної, скляної, хімічної, теплоенергетичної промисловості з понад 20 країн СНД, Європи, Азії та Африки.

Головними українськими підприємствами-замовниками вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив» є:

- 1) Приватне акціонерне товариство «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча»;
- 2) Відкрите акціонерне товариство «Металургійний комбінат «Азовсталь»»;
- 3) Публічне акціонерне товариство «Запорізький металургійний комбінат «Запоріжсталь»».

Виробничі, економічні та управлінські бізнес-процеси ПрАТ «Запоріжвогнетрив». На ПрАТ «Запоріжвогнетрив» впроваджена і успішно функціонує система менеджменту якості (далі - СМЯ), що відповідає вимогам міжнародних стандартів ISO 9001:2015 і ISO 50001 (ISO 50001: 2018) у сфері розробки, проектування, виробництва, постачання і післяпродажного обслуговування вогнетривів для металургійних і інших галузей промисловості:

- для реалізації стратегії підвищення енергоефективності та енергозбереження на підприємстві розроблено і впроваджено систему енергетичного менеджменту;
- для мінімізації впливу на навколишнє середовище і раціонального використання енергетичних ресурсів впроваджено нові енергозберігаючі технології та вдосконалено методи управління;
- усі вироби мають сертифікат якості.

Процес організації взаємин ПрАТ «Запоріжвогнетрив» із замовниками, постачальниками і підрядниками регулює договірний процес на підприємстві, який ґрунтується на принципах СМЯ.

«Фундамент» чинної СМЯ формують нижні рівні системи управління бізнес-процесами підприємства у вигляді пакету нормативної документації:

- Керівництво з Якості (КЯ) - основний документ СМЯ;
- Процедури Системи Якості (ПСЯ) – встановлюють способи здійснення діяльності чи процесів;
- Методики Якості (МЯ) – конкретизують прийоми і задачі СМЯ;

– Інструкції Якості (ІЯ) – визначають порядок і правила здійснення діяльності чи процесів.

Бізнес-завдання служби фінансового директора ПрАТ «Запоріжвогнетрив». Відділ контролінгу (далі - ВК) є самостійним структурним підрозділом підприємства, входить до служби фінансового директора ПрАТ «Запоріжвогнетрив» і безпосередньо йому підпорядковується. Основними документами, що регламентують перебіг бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив», є Процедури Системи Якості, які розроблено, зокрема, для таких бізнес-процесів, що стосуються роботи служби фінансового директора:

- Управління документацією СМЯ.
- Управління нормативною документацією.
- Управління службовою документацією.
- Визначення цілей та планування СМЯ.
- Аналіз з боку керівництва.
- Закупівлі продукції.
- Контроль у процесі виробництва.
- Внутрішній аудит.
- Збір і аналіз даних.
- Коригувальні і попереджуючі дії.
- Постійне поліпшення.

У своїй діяльності ВК керується методичними, нормативними та іншими керівними матеріалами з економічного планування, обліку та аналізу господарської діяльності підприємства; чинним законодавством про працю, законом України «Про охорону праці», «Положенням про систему управління охороною праці на ПрАТ «Запоріжвогнетрив», «Правилами охорони праці в металургійній промисловості», «Правилами пожежної безпеки в Україні»; «Керівництвом за якістю, процедурами системи якості», стандартами підприємства тощо, а також документацією, що діє в системі менеджменту

якості, «Процедурою управління функціональними бюджетами», організаційно-розпорядчими документами ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Основними завданнями відділу є такі:

1) Перспективне і поточне техніко-економічне планування для забезпечення ефективного управління фінансово-господарською діяльністю підприємства.

2) Економічний аналіз показників виробничо-господарської діяльності структурних підрозділів і підприємства в цілому за оперативними і звітними даними, контроль виконання функціональних бюджетів.

3) Участь в розробці та вдосконаленні управлінського обліку на підприємстві, в підготовці колективного договору.

Основними функціями відділу контролінгу є такі:

1) Організація роботи з економічного планування на підприємстві, спрямованого на організацію раціональної господарської діяльності відповідно до потреби ринку і можливістю отримання необхідних ресурсів, виявлення і використання резервів виробництва з метою отримання найбільш ефективної роботи підприємства.

2) Розробка поточних і перспективних планів, бізнес-планів розвитку підприємства, уточнених прогнозів.

3) Підготовка презентаційних та аналітичних матеріалів до поточних і перспективних планів, бізнес-планів, уточненими прогнозами.

4) Розробка спільно з функціональними службами і контроль планування місячних витрат на списання шихтових матеріалів, робіт, послуг в розрізі структурних підрозділів підприємства в рамках затверджених лімітів.

5) Розрахунок планових калькуляцій собівартості вогнетривкої продукції, послуг, що стосуються виробничої діяльності. Узгодження з планом по собівартості по підприємству і доведення їх до цехів.

6) Організація підготовки, розгляду і узгодження функціональних бюджетів на поточний місяць.

7) Організація і проведення зведеного факторного аналізу виробничо-господарської діяльності структурних підрозділів і підприємства в цілому за звітний період в порівнянні з поточним планом, бізнес-планом, уточненими прогнозами.

8) Участь в розробці на основі аналізу пропозицій щодо поліпшення техніко-економічних показників роботи.

9) Підготовка матеріалів, організація і проведення балансових комісій з метою обговорення роботи структурних підрозділів (цехів) і підприємства в цілому і видачі конкретних завдань, що дозволяють поліпшити техніко-економічні показники.

Програмно-інформаційні засоби служби фінансового директора ПрАТ «Запоріжвогнетрив». Структурними підрозділами служби фінансового директора ПрАТ «Запоріжвогнетрив» використовуються два програмно-інформаційні засоби: Ms. Excel та IT-Enterprise, за допомогою яких вирішують, зокрема такі завдання:

– опис маршрутних і операційних технологічних процесів виготовлення вогнетривкої продукції;

– опис ресурсів (матеріальні, трудові, інструменти, оснащення, обладнання тощо) ;

– визначення собівартості з будь-якого рівню виробів з урахуванням технології виготовлення;

– нормування енергоресурсів (електроенергія, пара, вода та ін.) по обладнанню;

– норми часу і розцінки за професіями, за напівфабрикатами, готовою продукцією та обладнанням;

– нормування виходу побічної продукції по кожному переділу технологічного процесу;

– облік різних характерів виробництва (серійне, позамовне, з графіком; з коротким і тривалим циклом виготовлення) ;

- багаторівневе планування виробництва (підприємство, цехи, дільниці, обладнання);
- складання виробничого плану на майбутні періоди згідно з плановим портфелем замовлень;
- оптимізація способів шихтовки згідно з поточним виробничим планом виготовлення вогнетривкої продукції та з урахуванням ресурсного забезпечення шихтовими матеріалами на складах підприємства;
- об'ємне і календарне планування завантаження обладнання;
- оперативне і прогнозне планування матеріальних і трудових ресурсів;
- розрахунок балансу сировини і матеріалів за нормативним методом;
- наскрізний облік по партіях виготовлення продукції і напівфабрикатів, облік по партіях запуску;
- напівфабрикатне і безнапівфабрикатне калькулювання собівартості продукції по технологічних переділах виготовлення;
- ведення складського обліку;
- управління базою клієнтів CRM і замовленнями;
- налаштування сервісу під специфічні потреби підприємства.

1.2. Управління обмеженими ресурсами ПрАТ «Запоріжвогнетрив» з орієнтацією на сталий розвиток

Стратегічне управління промисловими підприємствами спрямовано на довгостроковий розвиток, базується на використанні наявних ресурсів, внутрішнього та зовнішнього потенціалів і передбачає поетапне вдосконалення різних виробничо-технічних факторів та організаційно-управлінських структур з метою забезпечення високої якості роботи і рівня життя персоналу. Головним пріоритетом і задачею стратегічного управління є орієнтація промислових підприємств на сталий розвиток, під яким загалом розуміють здатність

провадити економічну діяльність у кожен окремий момент часу під дією впливів зовнішнього середовища, які, як правило, дестабілізують режим нормального функціонування підприємства [10].

Сталий розвиток промислових підприємств передбачає не тільки і не стільки постійне покращення фінансово-економічних індикаторів розвитку, скільки досягнення та збереження у подальшому паритетності відносин у тріаді «людина – бізнес – природа», що є підґрунтям для забезпечення стратегічної сталості системи відносин та характеризує високу якість і дієвість системи управління підприємством з урахуванням як соціально-економічної, так й екологічної складових сталого розвитку (див. рис. 1.2).

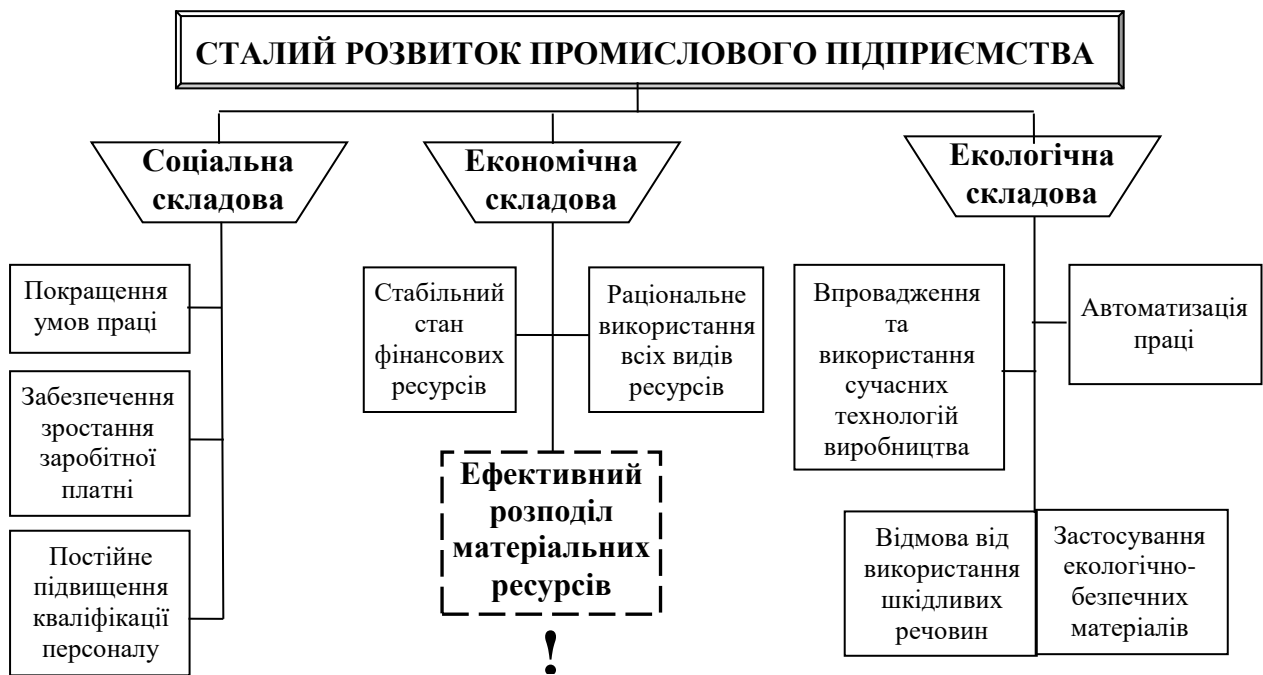


Рис. 1.2. Базові принципи щодо управління промисловим підприємством з його орієнтацією на сталий розвиток

Джерело: складено на основі [10]

Об'єктом нашого дослідження є економічна складова сталого розвитку промислового підприємства ПрАТ «Запоріжвогнетрив», а отже, з позиції системного підходу до управління, підприємство залучене у три процеси [29]:

- одержання ресурсів із зовнішнього середовища (вхід);
- перетворення ресурсів у продукт (процес);

– передача продукту в зовнішнє середовище (вихід).

Таким чином, в управлінні сталим розвитком ПрАТ «Запоріжвогнетрив» суттєву роль відведено ефективності динамічного управління його ресурсами і насамперед матеріально-сировинною їх складовою - сировиною, шихтовими матеріалами, напівфабрикатами, комплектуючими тощо. Слід відмітити, що наявність матеріальних ресурсів у підприємства в окремі часові проміжки (виробничі запаси) для їх використання у виробничому циклі об'єктивно обмежується з фінансових причин, а тому методи управління цими ресурсами доцільно вдосконалювати за рахунок оптимізації системи постачань ресурсів (має бути скориговане з виробничими планами цехів підприємства), мінімізації запасів ресурсів і готової продукції підприємства, складання оптимальних графіків відвантаження готової продукції споживачам тощо. Це актуалізує пошуки економістів-аналітиків і менеджерів способів ефективного (оптимального) розподілу матеріальних ресурсів, зокрема шихтових матеріалів, вартість яких для ПрАТ «Запоріжвогнетрив» займає найбільшу питому вагу у виробничій собівартості, з урахуванням виробничого плану підприємства та укладених контрактів з бізнес-партнерами [16].

Промислове підприємство ПрАТ «Запоріжвогнетрив» - це надскладна соціально-економічна система. Ефективне управління бізнес-процесами ПрАТ «Запоріжвогнетрив» як системою є нетривіальним завданням, яке покладається на його керівництво. Діяльність підприємства знаходиться під впливом окремих внутрішніх і зовнішніх явищ і процесів, що об'єктивно чи суб'єктивно формують так зване «дерево сценаріїв» щодо ймовірних шляхів розвитку підприємства залежно від тих чи інших прийнятих топ-менеджментом управлінських рішень.

У цьому контексті управлінську діяльність підприємства слід розглядати як дослідницький процес із апріорі непередбачуваним результатом, адже складне переплетіння причинно-наслідкових зв'язків між різними подіями й процесами, з одного боку, та «агентами» й «гравцями» зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства, з іншого боку, унеможлиблює, нажаль,

винайдення «оптимального», тобто найкращого за існуючих умов, рішення через гіпервелику розмірність інформаційного простору для прийняття управлінського рішення та з причини відсутності ефективного й дієвого універсального наукового інструментарію для його пошуку. За цих обставин «оптимальне» рішення є, по суті, певним ідеалом, до якого будуть наближатися управлінські рішення залежно від ступеня їх обґрунтованості, а тому коректно говорити про «раціональні» або «ефективні» рішення, які, зокрема, можуть бути й «оптимальними», але здебільшого таке може стати лише випадково та неконтрольовано [15].

Проте є можливість послідовно підвищувати ефективність і надійність планових управлінських рішень з урахуванням принципів системного аналізу із залученням інструментарію економіко-математичного моделювання [4, 8, 27].

Як відомо, метод моделювання базується на застосуванні такого абстрактного об'єкта як «модель». У загальному розумінні модель є спрощеним образом деякого реального або уможлядного об'єкта, явища, процесу або їх певних частин чи елементів, в якому зберігаються (відображаються, фіксуються) найбільш суттєві характеристики та властивості оригіналу. Під час дослідження поведінки реальних об'єктів в оточуючому середовищі їх моделі виступають своєрідними заміниками, над якими проводять певні «безпечні» цільові маніпуляції - модельні експерименти, адже ставити реальні експерименти над соціально-економічними об'єктами-оригіналами є дорогою та надризикованою процедурою саме через апріорі непередбачуваність майбутнього результату. Якщо ж модель реального об'єкта побудовано з використанням формальної мови, зокрема математичного апарату, то отримують математичні моделі, а з використанням математичних моделей вже можна проводити варіативні комп'ютерні симуляційні модельні експерименти на фактичній базі даних, що суттєво розширює знання дослідника про ймовірні сценарії поведінки цього об'єкта чи протікання процесу та є підґрунтям для прийняття ефективного, а іноді й оптимального, рішення [35, 41].

Теорія системного аналізу переконливо доводить, що єдину всеохоплюючу економіко-математичну модель такої складної соціально-економічної системи як підприємство конструювати не доцільно з таких головних причин [17, 21]:

– по-перше, підприємство - це своєрідний простір для протікання різноманіття бізнес-процесів, яким притаманні різні функціональність, сфера діяльності підприємства, масштабність тощо: виробничий процес, процеси матеріально-технічного забезпечення, логістично-збутові процеси, маркетингові процеси, кадрові процеси, управлінські процеси тощо, а можливі переплетіння усіх цих процесів, що й називають діяльністю підприємства, суттєво ускладнюють управління ними саме через хаотичність і некерованість їх спільного перебігу;

– по-друге, відмінності у функціональності різних бізнес-процесів підприємства вимагають від дослідника застосовувати для їх формального опису інструментарій з різних математичних теорій, що ускладнює як структуру їх узагальненої (єдиної) моделі, так і пошук математичних методів розв'язання на цій моделі;

– по-третє, будь-яка модель є корисною, якщо: її побудовано на реальній статистичній базі, вона релевантно описує реальні процеси, дозволяє ставити та проводити варіативні комп'ютерні симуляційні модельні експерименти з метою дослідження реакцій на можливі збурення, інакше, така модель втрачає свою первинну цінність як зручний і доступний інструмент отримання нових знань про об'єкт-оригінал.

Таким чином, конструктивним способом подолання окреслених проблем моделювання діяльності підприємства є проведення його структурно-функціональної декомпозиції на умовно відокремлені підсистеми: виробнича, логістична, маркетингова, кадрове управління, фінансовий менеджмент, бухгалтерсько-податкова діяльність тощо. З точки зору системного аналізу, будь-яка з цих підсистем також є складною системою з власним набором структурно-функціональних елементів і унікальними взаємозв'язками, а отже,

підлягає подальшій декомпозиції з урахуванням цілей і завдань конкретного дослідження [17, 21].

Продовжуючи цей процес системної декомпозиції підприємства, у кінцевому підсумку дістанемо «елементарний» рівень у цій системній ієрархії, який представлено множиною управлінських задач, які є по суті вербальним описом деяких проблемних ситуацій, з якими періодично стикається топ-менеджмент підприємства.

Таким чином, конструктивним способом вирішення висвітленого вище протиріччя та відповідно актуальним завданням подальших науково-практичних досліджень є не тільки й не стільки побудова моделі діяльності підприємства як цілісної системи, скільки конструювання комплексу моделей, які формалізують техніко-економічні постановки типових управлінських задач, що описують окремі аспекти управлінської діяльності підприємства. В ідеалі, повна множина взаємозв'язаних між собою моделей цих задач через їх внутрішні (локальні) і зовнішні (системні) параметри, або «повний» задачний комплекс, і утворить «глобальну» модель діяльності підприємства [15].

З точки зору системного управління діяльністю ПрАТ «Запоріжвогнетрив», найважливішими є його підсистеми, що відповідають за ритмічність протікання бізнес-процесів виробництва вогнетривкої продукції та відповідного матеріально-технічного забезпечення цього виробництва, адже саме висока економічна ефективність при закупівлі, доставці та передачі у виробництво сировинних матеріалів (шихтових компонентів) і комплектуючих є головним чинником і одночасно резервом щодо зниження вартості матеріальних витрат, які складають найбільшу частку у загальній виробничій собівартості вогнетривкої продукції.

Об'єктивним підґрунтям ефективної фінансово-економічної діяльності промислового підприємства є стійкий і керований процес оперативного (тактичного) обліку та релевантного управління витратами. Під час техніко-технологічних процесів виробництва асортименту вогнетривкої продукції та супутніх для них процесів матеріально-технічного забезпечення і логістичного

управління запасами шихтових матеріалів управлінські служби ПрАТ «Запоріжвогнетрив» стикаються з низкою об'єктивних проблемних ситуацій, що прямо або опосередковано пов'язано з процесом планування, обліку та контролю витрат для виконання планового портфеля замовлень підприємства, а саме [14]:

1. Керівництво ПрАТ «Запоріжвогнетрив» дотримується стратегії орієнтації на замовлення, що вимагає від виробничих підрозділів повного виконання портфеля замовлень вогнетривкої продукції. При цьому важливим і актуальним є завдання постійного зниження матеріальних витрат на виробництво вогнетривкої продукції за рахунок оптимізації варіантів шихтовок за критерієм їх мінімальної вартості.

2. Особливістю вогнетривкого виробництва є величезне різноманіття матеріальних потоків, які характеризуються широким спектром різноманітної номенклатури використовуваних у виробничому циклі ресурсів, зокрема, шихтових матеріалів.

3. Об'єктивно існують обмеження на доступність шихтових матеріалів на складах ПрАТ «Запоріжвогнетрив», що прямо пов'язано з високою мінливістю цін на асортимент шихтових матеріалів на ринках сировини та обмеженістю складських площ. Поточний обсяг наявних на складі шихтових матеріалів змінюється, а отже є недоцільним постійно тримати на складі запас сировини для шихтовки якогось єдиного чи декількох найбільш прийнятних варіантів, адже у тривалому періоді може виникнути економічно необґрунтований профіцит якогось одного шихтового матеріалу та дефіцит запасів інших. Це неминуче призведе до непередбачених суттєвих фінансових втрат або через позапланове зростання витрат на зберігання (у разі профіциту) сировини, або через необхідність додаткового термінового придбання сировини за завищеними цінами чи взагалі зрив плану виробництва та невиконання зобов'язань перед бізнес-партнерами (у разі дефіциту).

Таким чином, існує проблема вибору множини раціональних варіантів шихтовки для асортименту вогнетривкої продукції, яка пов'язана з

багатоваріантністю доступних способів (варіантів) шихтовки, що ускладнюється наявністю не завжди ефективного управління закупівлею шихтової сировини та її зберіганням на складах підприємства.

В узагальненому вигляді послідовні ланки окресленої вище проблематики подано схематично на рис. 1.3.

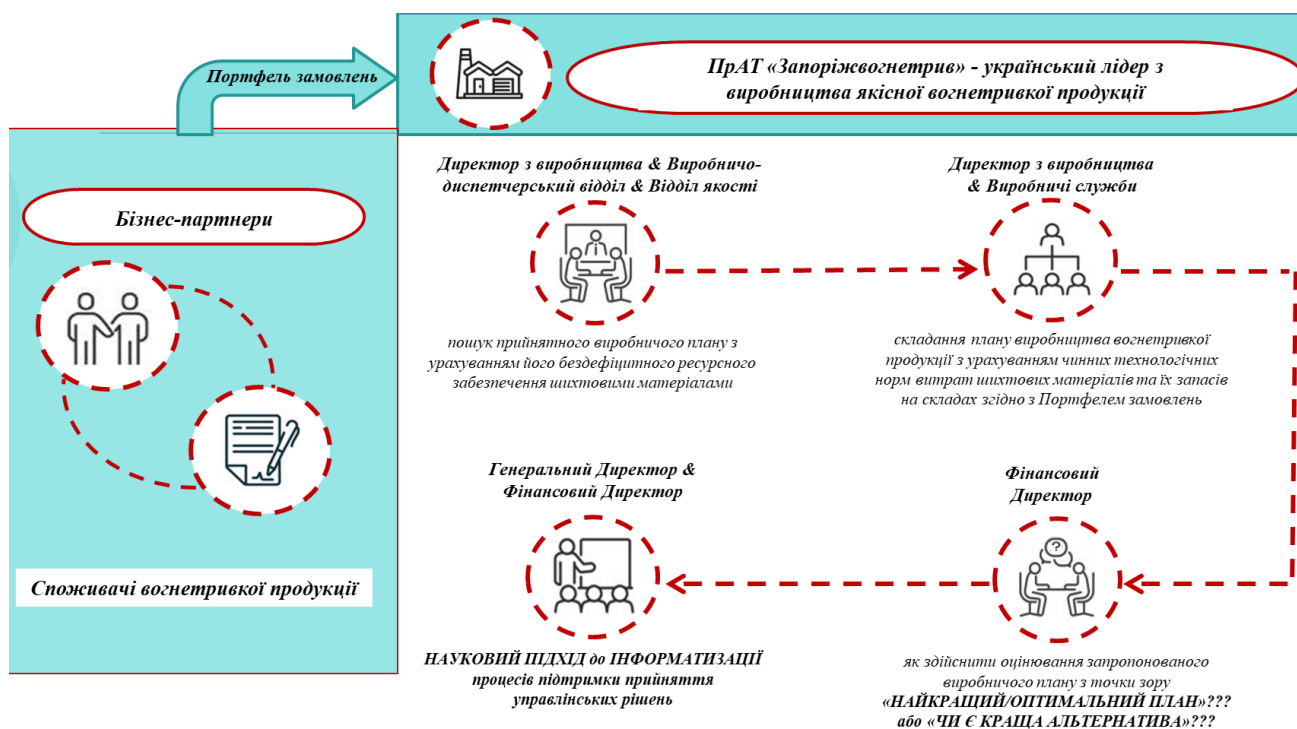


Рис. 1.3. Узагальнена схема процесу прийняття управлінських рішень з виробничого планування на ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Рисунок 1.3. наочно ілюструє процес прийняття управлінських рішень з виробничого планування на ПрАТ «Запоріжвогнетрив» під час його перебігу через різні управлінські ланки (структурні підрозділи підприємства) та свідчить, що у разі ігнорування цих та інших проблемних ситуацій, які постійно виникають під час перебігу виробничих і управлінських бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив», існує реальна загроза повної або часткової втрати керованості щодо забезпечення оптимального для підприємства кількісного співвідношення «витрати-ціна-прибуток» з урахуванням динамічності зовнішніх і внутрішніх факторів.

1.3. Задача багатоваріантного вибору оптимальної шихти для виробництва асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Складання багатокомпонентної шихти є одним з ключових етапів виробничих циклів підприємств металургійної галузі. Суть шихтування полягає у змішуванні за прийнятою на виробництві технологічною схемою окремих компонентів (шихтових матеріалів, які містять певні процентні співвідношення окремих хімічних елементів) в строго регламентованій пропорції з метою одержання суміші (шихти) заданої якості, необхідного хімічного складу з наперед заданими фізичними властивостями. Специфікою сучасного вогнетривкого виробництва є різноманітність матеріальних потоків, насамперед потоків сировинних ресурсів широкої номенклатури, які, зокрема, використовуються як шихтові матеріали. Вартість (ринкова ціна) цих шихтових матеріалів варіює у достатньо широких границях, що пояснюється їх хімічними характеристиками, якістю, доступністю (попитом) на сировинних ринках, транспортно-складськими витратами тощо. При зміні якості окремих компонентів їх частинна участь може змінюватись так, щоб визначальний показник у шихті залишався на рівні заданого, який не повинен перевищувати допустимих меж коливань [13].

Раціональні пропорції шихтових матеріалів у шихті визначаються технологіями апріорно відповідно до встановлених нормативів на допуск її хімічного складу з урахуванням вартості шихтових матеріалів та їх наявності на складах підприємства. Пошук найкращого співвідношення шихтових матеріалів у складі шихти за даними вже апостеріорних оцінок є важливішим напрямком постійного вдосконалення виробничих процесів за рахунок зниження собівартості шихти та, як наслідок, підвищення економічної ефективності всього виробничого циклу підприємства.

У класичній постановці це завдання формулюється так: потрібно розрахувати оптимальний (найбільш ефективний) за вартістю склад

багатокомпонентної шихти, при якому в шихті міститься певні процентні співвідношення заданих хімічних елементів (згідно з технологічними нормативами) і, окрім цього, накладаються певні вимоги на склад шихтових матеріалів.

Одним із найбільш визначальних факторів у вогнетривкому виробництві є те, що при визначенні номенклатури та кількості шихтових матеріалів, які використовуються при створенні шихти для виготовлення вогнетривкої продукції, можна в принципі застосовувати різноманітні методи та технології розрахунків. Сьогодні теоретична база для таких розрахунків налічує значну кількість відмінних один від одного методів розрахунку варіантів комплектування шихти різними шихтовими варіантами з дотриманням хімічних нормативів, зокрема, це такі методи:

- метод витратних коефіцієнтів;
- метод таблиць потреби;
- метод технологічних карт;
- метод аналітичних розрахунків варіантів шихтовок;
- емпіричний (експериментальний) метод;
- інші.

Промислове підприємство ПрАТ «Запоріжвогнетрив» загалом може вирішувати задачу вибору якогось пріоритетного виду (видів) вогнетривкої продукції з урахуванням наявного контрольованого, навіть оптимального за певних умов, запасу шихтових матеріалів на складі. Проте в умовах сучасного ринку найбільш ефективною є стратегія орієнтації на замовлення, згідно з якою формується так званий плановий портфель замовлень підприємства, які ПрАТ «Запоріжвогнетрив» має обов'язково виконати у повному обсязі в задані строки. Окрім цього, дотримання цієї стратегії ускладнюється об'єктивними умовами, пов'язаними з обмеженістю доступу підприємства до шихтових матеріалів на сировинних ринках, тому первинна задача перетворюється у задачу виконання портфеля замовлень в умовах обмеженого зберігання актуальних шихтових матеріалів на складі підприємства. Дотримання

оптимальних пропорцій для керованих параметрів у цій задачі дає змогу не тільки планувати закупівлю оптимальних партій шихтових матеріалів, але й підвищити ефективність використання складу, прискорити обіговість грошових коштів і, як наслідок, скоротити витрати та у підсумку знизити виробничу собівартість вогнетривкої продукції.

Отже, для виготовлення асортименту вогнетривкої продукції згідно зі складеним портфелем замовлень необхідно попередньо скласти шихту. В умовах постійного дефіциту шихтових матеріалів у вогнетривкому виробництві ПрАТ «Запоріжвогнетрив» не завжди має можливість придбати повний перелік необхідних виробництву шихтових компонентів. Тому для організації ефективної роботи підприємства й забезпечення заданої кількості кінцевого продукту з'являється потреба у проведенні попередніх розрахунків оптимального складу шихтової сировини. Окрім цього, попередні розрахунки уможливають найбільш економні та раціональні витрати шихти.

Враховуючи, що наявність шихтових матеріалів на складах підприємства динамічно змінюється, адже процеси їх виробничого споживання та поповнення не зупиняються, використання одного єдиного способу підбору складу шихти не представляється можливим, тобто не можливо один раз і назавжди визначитися з «найкращим» варіантом шихти для кожного вогнетривкого виробу з планового асортименту підприємства та дотримуватися цих варіантів у подальшому. Навіть, якщо гіпотетично припустити, що підприємство ПрАТ «Запоріжвогнетрив» дотримується якогось подібного способу шихтовки, така ситуація не буде стійкою у більш-менш тривалій період з причини високої мінливості рівня запасів шихтових матеріалів, зокрема [2, 6, 7, 38]:

– на підприємстві може виникнути економічно необґрунтований профіцит запасів якогось одного шихтового матеріалу і одночасно дефіцит запасів інших;

– такі дисбаланси у запасах шихтових матеріалів неодмінно призводять до невиправданих фінансових перевитрат за рахунок непланового зростання витрат на їх додаткове придбання, зберігання та утримання на складі;

– відбувається відволікання вільних грошових коштів від реального сектору економіки підприємства та, як наслідок, знижується рентабельність його комерційної діяльності.

Таким чином, визначальними проблемами керованості запасами шихтових матеріалів, які виникають в умовах багатоваріантності способів шихтовки, є, зокрема, такі [26]:

– виробничі реалії змушують ПрАТ «Запоріжвогнетрив» при складанні поточного виробничого завдання щоразу розраховувати раціональний варіант шихти (як правило, це лише прийнятний, а не оптимальний варіант) на поточні плавки з урахуванням наявних запасів сировини на складі;

– при використанні різних варіантів шихтовки для виробництва асортименту вогнетривкої продукції втрачається уніфікація множини таких ефективних варіантів, а також відсутня можливість планування оптимальної номенклатури та обсягів закупівлі шихтових матеріалів на зовнішніх ринках.

Підводячи підсумок вище викладеному, зазначимо, що:

1. Експериментальний спосіб пошуку складу шихти оптимальної структури для ПрАТ «Запоріжвогнетрив» є неприйнятним, адже він надризикований і, як наслідок, дорогий у кінцевому підсумку, з причини отримання непередбачуваних неефективних варіантів шихти і фактично є «блукання навімання».

2. Альтернативою є аналітичні способи розрахунку шихти, серед яких прогресивним визнають оптимізаційний метод (теоретичним підґрунтям є економіко-математичне моделювання) – демонструє кращі та більш релевантні результати.

Очікується, що застосування потужного аналітичного інструментарію економіко-математичного моделювання дозволить вирішувати на базі

оптимізаційних методів і моделей такі важливі й актуальні для менеджменту промислового підприємства ПрАТ «Запоріжвогнетрив» задачі:

- планування ефективних транспортних, інформаційно-комунікаційних мереж за рахунок постановки і розв'язання різнопланових оптимізаційних задач логістичного управління, проведення їх економіко-математичного аналізу для змістовної інтерпретації отриманих модельних (теоретичних) результатів;

- оцінювання ефективності виробничих планів підприємства;

- пошук «прихованих» резервів щодо покращення виробничих планів підприємства;

- розрахунок раціональних обсягів запасів виробничих, фінансових та інших ресурсів, які застосовуються у бізнес-процесах ПрАТ «Запоріжвогнетрив», із застосуванням методики післяоптимізаційного економіко-математичного аналізу оптимальних рішень на стійкість до збурень.

Отже, вміння проводити необхідні числові розрахунки з метою пошуку оптимальних співвідношень маси шихтових матеріалів у складі шихти із заданими хімічними та фізичними характеристиками, а також прогнозувати кінцеві результати шихтування, є необхідною передумовою для складання ефективних виробничих планів ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Ми пропонуємо вирішувати окреслений проблемний комплекс із застосуванням оптимізаційних методів до розв'язання задачі ефективного управління обмеженими матеріально-сировинними ресурсами промислового підприємства на основі побудованої економіко-математичної моделі для задачі вибору оптимальної шихти для виробництва асортименту вогнетривких виробів в умовах перебігу бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

На підґрунті отриманих оптимальних розв'язків цієї задачі доцільним є формувати інформаційне забезпечення процесу підтримки прийняття ефективних рішень щодо управління виробничим планом виготовлення вогнетривкої продукції на ПрАТ «Запоріжвогнетрив» як у короткостроковій, так і у довгостроковій перспективі.

Висновки до розділу 1

Виробниче підприємство ПрАТ «Запоріжвогнетрив» входить у п'ятірку найбільших виробників вогнетривкої продукції країн СНД та є найбільшим вогнетривким підприємством України.

Проведений критичний аналіз нормативної бази щодо документів, які регулюють систему менеджменту якості, дозволяє зробити таку рекомендацію щодо напрямків підвищення керованості перебігом бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив», а саме: опис бізнес-процесів у вербальній формі, як це здійснено у чинних процедурах менеджменту якості, доцільно доповнити їх формалізованим описом, наприклад, у вигляді структурно-функціональних моделей з метою виявлення внутрішніх резервів для постійного вдосконалення та поліпшення показників ефективності бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Результати бібліографічного аналізу щодо існуючих підходів, методів, наявного інструментарію для вирішення актуальної для промислових підприємств проблеми слабкої керованості процесів планування, обліку та контролю витрат свідчать про їхній системний взаємозв'язок із комплексною оцінкою рентабельності та беззбитковості вогнетривкої продукції. На прикладі цієї проблематики для промислового підприємства ПрАТ «Запоріжвогнетрив» досліджено існуючі причинно-наслідкові зв'язки між різними факторами, які є взаємопов'язані один з одним та які прямо або опосередковано чинять вплив на виробничу собівартість вогнетривкої продукції. Окреслено перспективи щодо вирішення цієї проблематики за рахунок впровадження в практику діяльності фінансово-економічних служб і підрозділів підприємства результатів аналітичних розрахунків з використанням потужного інструментарію економіко-математичного моделювання з метою наділення процесів планування та контролю фактичних витрат такими властивостями, як

функціональна «прозорість», логічна й розрахункова «зрозумілість», інформаційна «оперативність», системна «керованість» тощо.

Проведений аналіз бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив» дозволив виявити такі основні інсайти:

- понад 80% вартості виробничих витрат вогнетривкої продукції займає вартість шихтових матеріалів, які по-різному комбінуються у технологічно ефективні варіанти шихтовок;

- не існує в принципі єдиного незмінного набору «оптимальних» варіантів шихтовок для асортименту вогнетривкої продукції з причини високої мінливості цін на сировину та їх запасів на складі;

- як правило, при складанні поточних виробничих планів відсутня об'єктивна можливість щодо дотримання принципу бездефіцитного забезпечення шихтовими компонентами зі складу;

- фактична вартість виробництва 1 тони вогнетривів за різними варіантами шихтовок для окремих видів вогнетривкої продукції може відрізнятися на 10%-20%.

Аналіз цих інсайтів дав змогу зробити відповідні висновки, головним з яких є такий: розподіл шихтових матеріалів між технологічними варіантами шихтовок слід здійснювати комплексно з урахуванням встановлених норм витрат і наявних запасів (принцип бездефіцитності) за критерієм мінімізації вартості загальних витрат шихтових компонентів на виконання портфеля замовлень підприємства, а з урахуванням доцільності інтелектуального підсилення роботи людини-аналітика є необхідність у розробленні спеціальної інформаційної моделі для реалізації на її підґрунті комплексу економіко-математичних моделей.

РОЗДІЛ 2

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ТА МАТЕМАТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ШИХТИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВОГНЕТРИВКОЇ ПРОДУКЦІЇ ПрАТ «ЗАПОРІЖВОГНЕТРИВ»

2.1. Віртуалізація бізнес-процесу «Аналіз вузьких місць у процесі розробки виробничого плану ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Проведений критичний аналіз нормативної бази щодо документів, які регулюють систему менеджменту якості, дозволяє зробити таку рекомендацію щодо напрямків підвищення керованості перебігом бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив», а саме [1, 9, 22, 34]:

- опис бізнес-процесів у вербальній формі, як це здійснено у чинних процедурах менеджменту якості, доцільно доповнити їх формалізованим описом, наприклад, у вигляді структурно-функціональних моделей;

- цим завданням найбільше відповідає методологія структурного моделювання, а в якості модельного інструментарію корисно скористатися програмною версією ARIS Express, яка містить стандартний модуль проектування бізнес-процесів - Business Process;

- модуль Business Process дозволяє будувати будь-які бізнес-процеси підприємства, формувати з них взаємозв'язані структурно-функціональні компоненти, використовуючи графічну нотацію EPC (Event-Driven Process Chain – процес у виді ланцюга подій), яка дозволяє формалізувати перебіг бізнес-процесу у формі упорядкованої комбінації ключових подій і функцій, що відбиті в їх вербальному описі.

Як відомо, цикл Шухарта-Демінга, або цикл PDCA, - це класична модель системного безперервного поліпшення бізнес-процесів промислових підприємств: планує (Plan), дій (Do), контролює (Check), впливай-коригуй

(Act). Згідно цього концептуального підходу до управління підприємством (у науковій літературі має назву процесного управління) етапу планування відведено одну з ключових ролей - наукове передбачення ефективного управління діяльністю підприємства у часовій перспективі, яке ґрунтується на глибокому змістовному ситуаційному комплексному аналізі динамічного переплетіння внутрішніх і зовнішніх чинників [5, 19, 28, 34].

Цикл PDCA для промислових підприємств починається, як правило, зі складання виробничого плану з урахуванням портфеля замовлень за умов його бездефіцитного ресурсного забезпечення сировинними матеріалами, з дотриманням чинних техніко-технологічних норм, технології виробництва тощо. При цьому щоразу у керівництва підприємства залишається «відкритим» важливе питання: «як здійснити оцінювання складеного виробничого плану з точки зору, чи є він найкращий/оптимальний, або, чи існує краща йому альтернатива».

Технологія виробництва вогнетривкої продукції на ПрАТ «Запоріжвогнетрив» допускає застосування різних варіантів шихтовки, тобто різні комбінації шихтових матеріалів. Тому складання шихти є задачею, що допускає багатоваріантні рішення. Пошук найкращого варіанту шихтовки можливо лише з точки зору певного критерію ефективності. З точки зору економічної ефективності, що полягає в економії шихтових матеріалів, таким критерієм доцільно обрати критерій мінімізації вартості тони шихти.

Таким чином, в узагальненому вигляді задачею розрахунку шихти є встановлення такої комбінації шихтових матеріалів у її складі, яка забезпечує отримання вогнетривкої продукції заданого хімічного складу і водночас характеризується найменшою вартістю.

Проведено аналіз предметної сфери, де за об'єкт дослідження прийнято фрагмент мережі бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив», який безпосередньо відноситься до шихтування при виготовленні заданого асортименту вогнетривкої продукції та його матеріально-технічне забезпечення, у тому числі й маркетингова складова.

Виділений об'єкт представлено окремим віртуальним управлінським бізнес-процесом (див. рис. 2.1), який ми умовно назвали «Аналіз вузьких місць у процесі розробки виробничого плану ПрАТ «Запоріжвогнетрив» з такими ключовими функціональними блоками:

- «Портфель замовлень»;
- «Техніко-технологічні карти виготовлення вогнетривкої продукції»;
- «Складання виробничого плану»;
- «Оцінювання рентабельності (економічної ефективності) виробничого плану»;
- «Виробництво».

На окремих ланках цього бізнес-процесу виділено «проблемні» з точки зору інформаційної прозорості та управлінської керованості аспекти, з якими власник бізнес-процесу стикається прямо або опосередковано, що пов'язано з процесом планування, обліку та контролю витрат для виконання планового портфеля замовлень підприємства з урахуванням критерію мінімальної вартості матеріальних витрат на виробництво вогнетривкої продукції та принципів ефективного управління закупівлею шихтової сировини, її зберіганням на складах підприємства, а також за рахунок оптимізації варіантів шихтовок.

Подальша декомпозиція функціональних блоків та аналіз «проблемних» аспектів на ланці «Складання виробничого плану – Оцінювання рентабельності» дозволила виявити приховані резерви щодо підвищення керованості та ефективності цього бізнес-процесу за рахунок мінімізації вартості витрат ресурсів з урахуванням багатоваріантності доступних шихтовок (варіантів шихтування).

Перспективність і доцільність вирішення зазначеної вище проблематики за рахунок інформатизації процедур комплексного економіко-математичного аналізу «вузьких місць» ґрунтується на таких інсайтах [2, 6, 14].

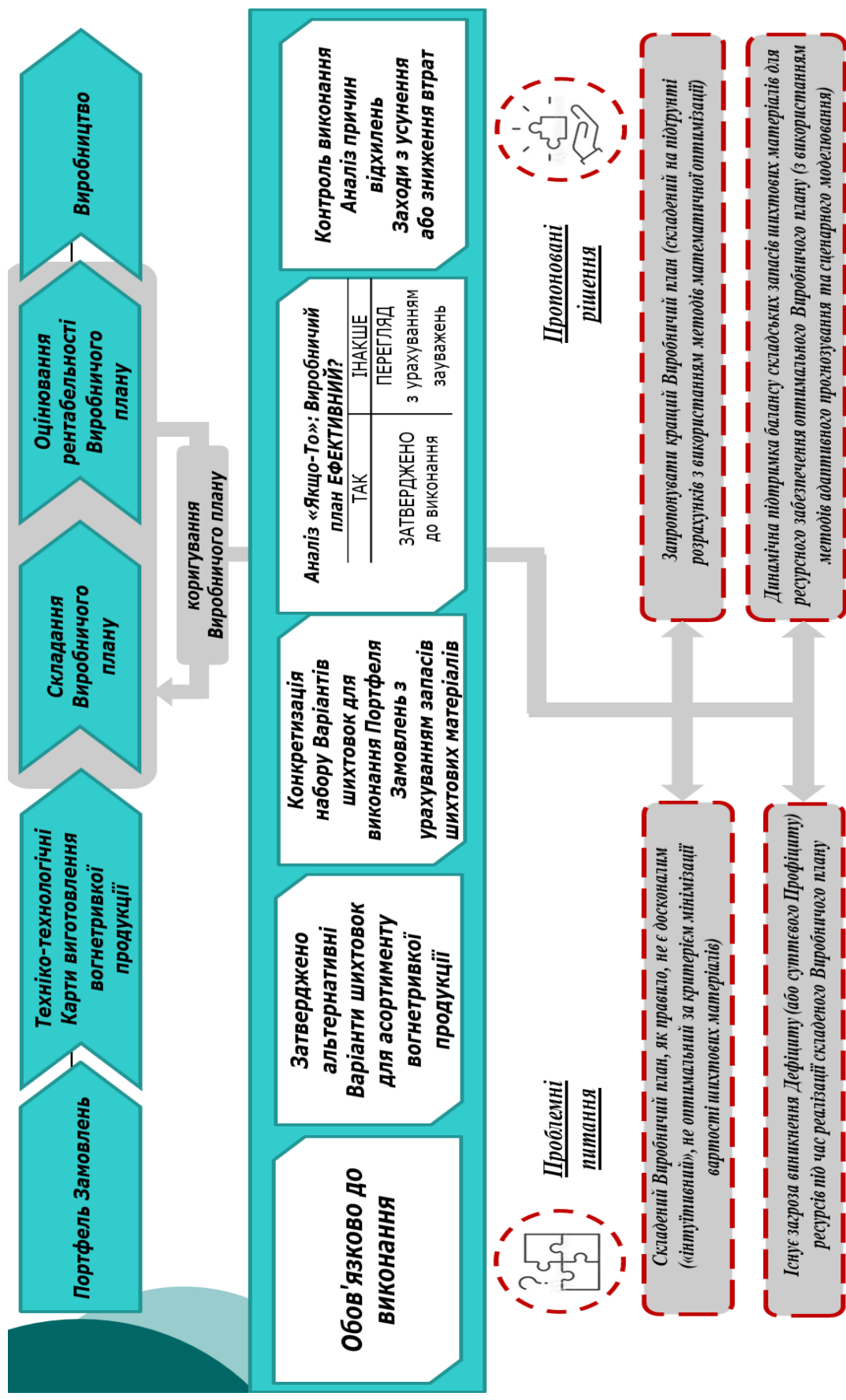


Рис. 2.1. Структурно-функціональна модель бізнес-процесу «Аналіз вузьких місць у процесі розробки виробничого плану ПрАТ «Запоріжжвогнеетрив»»

Інсайт 1. Існуючі на ПрАТ «Запоріжвогнетрив» підходи до визначення варіантів складу шихти мають низку суттєвих недоліків, які обмежують їх ефективне застосування для вирішення поставленої задачі виконання портфеля замовлень в умовах обмеженості наявних шихтових матеріалів на складі підприємства. Одним з таких недоліків є відсутність стандартів уніфікації можливих (раціональних) варіантів шихтовок. Використовується або один варіант шихтовки, або щоразу проводиться розрахунок нового варіанту. В обох випадках виробничий відділ ПрАТ «Запоріжвогнетрив» не може оптимізувати складські запаси та планувати перспективні закупівлі шихтової сировини.

Інсайт 2. Інший недолік полягає у відсутності оцінок обсягів планових завалок шихти при плануванні витрат сировини. З урахуванням цієї причини не можливо вирішити задачу планування необхідного обсягу запасів шихтових матеріалів для виконання виробничого плану згідно з плановим портфелем замовлень ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Інсайт 3. Ще одним недоліком є те, що обидва підходи не дозволяють розрахувати оптимальний обсяг закупівлі сировини, у разі, коли наявного на складі їх запасу не достатньо для виконання запланованого обсягу завалок.

Перелічені недоліки традиційних для ПрАТ «Запоріжвогнетрив» підходів є одночасно й обґрунтуванням необхідності розробки модифікованого підходу, який позбавлений цих недоліків.

Методика нового підходу полягає в розрахунку уніфікованої рецептури, використання якої дозволило б отримати оптимальний розв'язок для різних варіантів складських запасів. При розрахунку такої уніфікації застосовується гнучка, багатоетапна, діалогова процедура, що включає, зокрема, такі етапи:

- прогнозування величини попиту на вогнетривку продукцію ПрАТ «Запоріжвогнетрив»;
- розрахунок раціональних варіантів шихтовок;
- складання схеми (графіка) використання варіантів шихтовок;

– розрахунок оптимальної номенклатури та обсягу додаткового замовлення/закупівлі дефіциту шихтової сировини.

Структурну схему моделюючого алгоритму для цього підходу в узагальненому вигляді представлено на рис. 2.2.

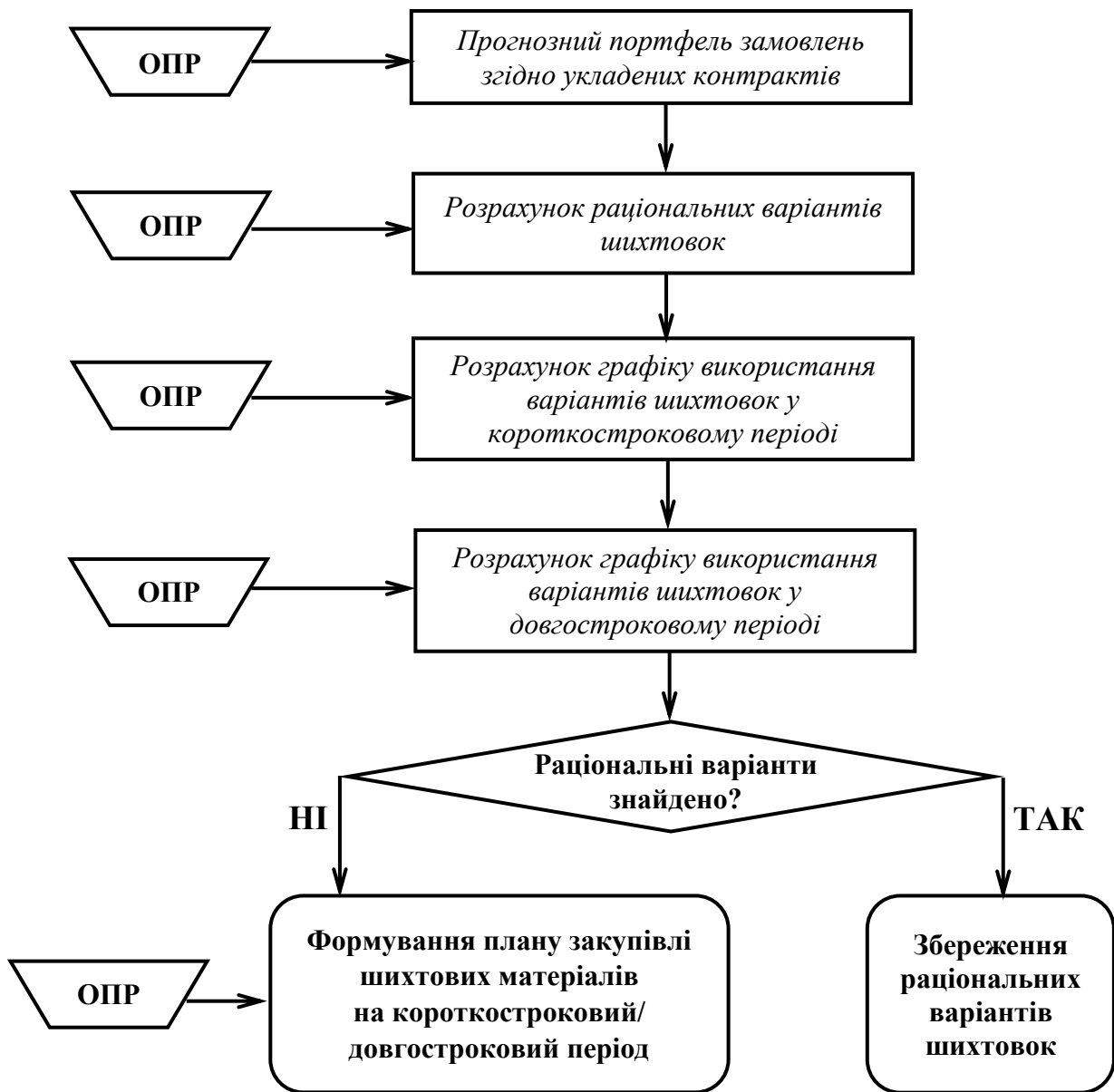


Рис. 2.2. Узагальнена концептуальна схема моделюючого алгоритму

В основу запропонованого підходу покладено розрахунок уніфікованого набору раціональних шихтовок для кожного вогнетривкого виробу з асортиментної номенклатури ПрАТ «Запоріжвогнетрив». У подальшому під час

виготовлення продукції із складеного набору вибирається певний варіант шихтовки, що забезпечується складськими запасами відповідних шихтових матеріалів. При цьому на підґрунті складеного портфеля замовлень, в якому зведено узагальнену інформацію про обсяги асортименту вогнетривкої продукції, що слід виготовити у плановому періоді, та відомої інтенсивності виробничого споживання шихтових матеріалів, стає можливим вирішення задачі оцінювання потреби у шихтових матеріалах, а також організація планування їх подальших закупівель.

Використання пропонованого підходу дозволить суттєво підвищити якість управлінських рішень при виборі оптимальних варіантів шихтовок з урахуванням портфеля замовлень та наявності сировини на складі. У результаті ПрАТ «Запоріжвогнетрив» може оптимізувати товарні запаси за рахунок їх більш раціонального використання, а також планувати закупівлю невивантаженого обсягу шихтових матеріалів для виконання планового портфеля замовлень згідно з укладеними угодами.

Узагальнену концептуальну схему складання планового (прогнозованого) портфеля замовлень подано такими етапами (див. рис. 2.3):

Етап 1. Збирання даних. На цьому етапі здійснюється збирання необхідних даних та їх обов'язкова верифікація. Цей етап особливо важливий для процесу прогнозування з точки зору забезпечення формування інформаційного базису для всього подальшого процесу моделювання та прогнозування.

Етап 2. Редуція даних. Обсяг інформації, отриманої на виході першого етапу, як правило, має занадто велику розмірність. Тому слід вибрати серед усіх наявних факторів лише ті, що чинять найбільш вагомий вплив, і надалі сформувати з них базову статистику. Окрім цього, слід вибрати інтервал спостережень (глибину занурення), тобто кількість попередніх ретроспективних рівнів часового ряду, що описує динаміку досліджуваного показника (фактора), на базі яких здійснюватиметься прогноз, а також слід визначити додаткові фактори, які впливають на характер попиту, тобто тієї

величини, що прогнозується. Далі, серед вхідних даних виявляють та виключають ті, що є несуттєвими та зустрічаються рідко (з'являються випадково). Результат етапу – сукупність значимих факторів, які враховуються та аналізуються в моделі прогнозування.

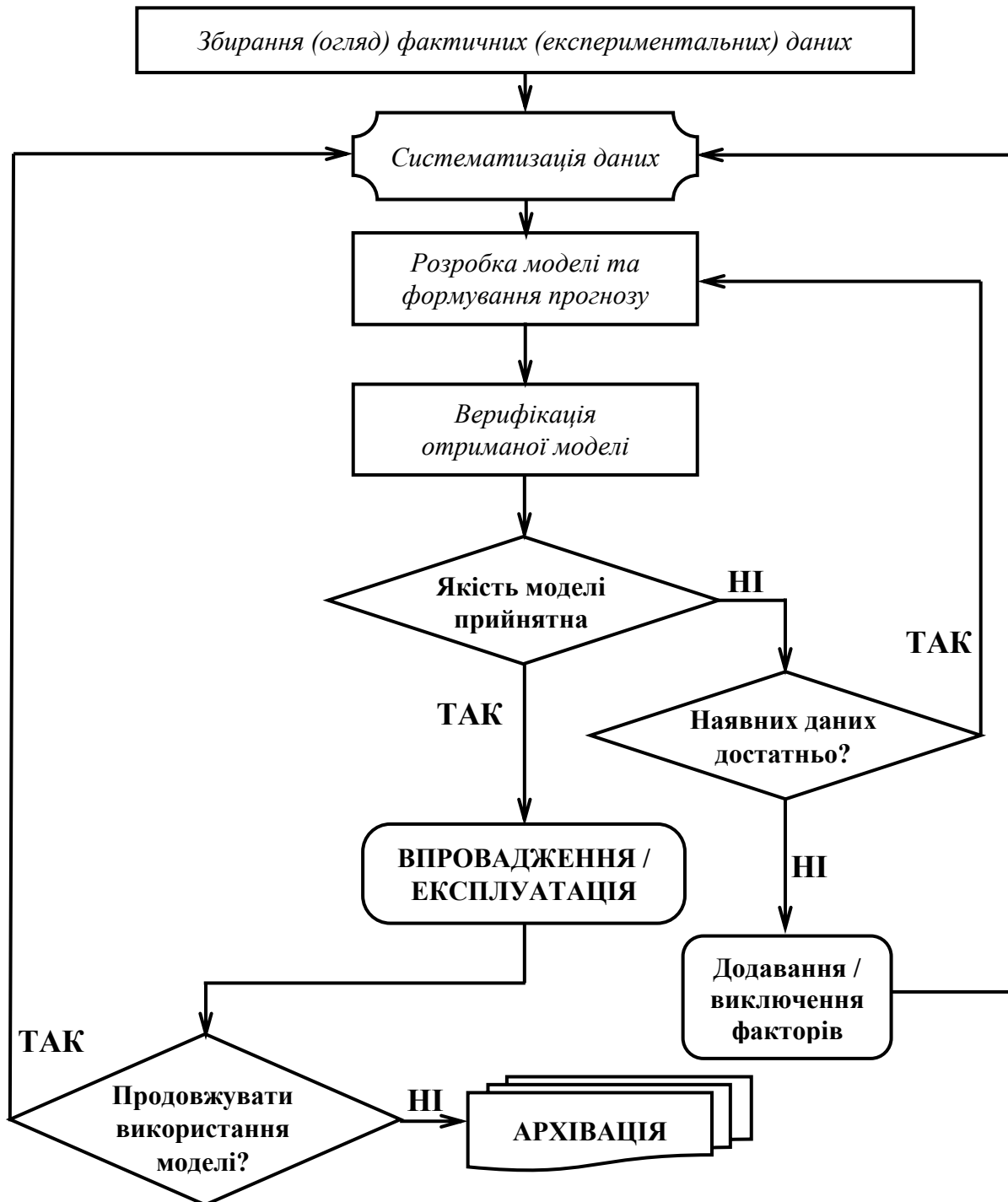


Рис. 2.3. Узагальнена концептуальна схема складання планового (прогнозованого) портфеля замовлень

Етап 3. Розроблення моделі та оцінювання її адекватності. Сутність етапу – вибір типу та математичного вигляду прогностичної моделі, які найбільш відповідають особливостям статистичних даних, що утворюють інформаційну базу, та задовольняють вимогам мінімізації похибки прогнозу. Як правила, застосовують інструментарій економетричного моделювання [11, 18].

Етап 4. Екстраполяція вибраної моделі. Здійснюється верифікація вибраної моделі прогнозування шляхом складання прогнозу на основі зібраних фактичних даних.

Етап 5. Оцінювання отриманого прогнозу. Здійснюється порівняння обчислених з використанням прогностичної моделі величин з їх спостереженими значеннями. Якщо виявлено певні помилки або хибності, вони підлягають статистичному аналізу, після чого здійснюється відповідне коригування моделі.

Ми вбачаємо конструктивним і перспективним напрямком щодо вирішення окресленої вище проблематики в проведенні інформатизації процедур комплексного аналізу «вузьких місць» під час розробки виробничого плану та пропонуємо розглядати множину відповідних процедур-дій як управлінський бізнес-процес підприємства, що передбачає такі перспективні дослідження:

1. Запропонувати кращий виробничий план (складений на підґрунті розрахунків з використанням методів математичної оптимізації).

2. Динамічна підтримка балансу складських запасів шихтових матеріалів для ресурсного забезпечення оптимального виробничого плану (з використанням методів адаптивного прогнозування та сценарного моделювання).

3. Розробити спеціальне програмне забезпечення на платформі Ms.Excel для організації комп'ютерної діалогової системи на основі розробленого алгоритмічного комплексу та статистичної бази служби фінансового директора ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

2.2. Економіко-математична модель задачі багатоваріантного вибору оптимальної шихти виробництва асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Окреслений в інсайтах проблемний комплекс вирішено на основі побудованої нами економіко-математичної моделі для задачі багатоваріантного вибору оптимальної шихти виробництва асортименту вогнетривких виробів в умовах перебігу бізнес-процесів ПрАТ «Запоріжвогнетрив», змістовну постановку якої наведено в п.1.3.

Нижче приведено стислий опис логіки, математичного функціоналу та економічного змісту базових структурних складових економіко-математичної моделі [14].

Індекси моделі:

$l = \overline{1, L}$ - ідентифікатор підрозділу (номер цеху, див. п.1.1: нехай $l = 1$ - цех ВШВ, $l = 2$ - цех ВВВ, $l = 3$ - цех ЦМВ);

$i = \overline{1, I}$ - ідентифікатор вогнетривкої продукції (номер виду продукції);

$j = \overline{1, J_l}$ - ідентифікатор варіанту шихтовки (номер способу виготовлення);

$k = \overline{1, K}$ - ідентифікатор типу ресурсів (номер шихтового матеріалу);

$s = \overline{1, S}$ - ідентифікатор постачальника ресурсу (номер бізнес-партнера);

$t = \overline{1, T}$ - ідентифікатор календарного періоду (номер тижня, декади, місяця тощо);

Коефіцієнти (константи) моделі (відомі числа/розраховані показники):

a_{ijk}^t - норма витрат k -го шихтового матеріалу (у тонах) для виробництва i -го виду вогнетривкої продукції із застосуванням j -го варіанта шихтовки (зафіксовано для періоду t);

c_{ij}^t - нормативна вартість (в у.г.о.: дол., грн.) витрат шихтових матеріалів для виробництва 1 тони i -го виду вогнетривкої продукції із застосуванням j -го варіанта шихтовки - змінна собівартість 1 тони готової продукції (зафіксовано для періоду t);

Позначення моделі:

$A^t = \{A_i^t\}$ - матриця норм витрат шихтових матеріалів (у тонах) для виробництва асортименту вогнетривкої продукції із застосуванням доступних варіантів шихтовки (зафіксовано для періоду t);

$A_i^t = \{a_{ijk}^t\}$, $i = \overline{1, I}$, - матриця норм витрат шихтових матеріалів (у тонах) для виробництва i -го виду вогнетривкої продукції із застосуванням доступних варіантів шихтовки (зафіксовано для періоду t);

$C^t = \{c_{ij}^t\}$ - матриця нормативної вартості (в у.г.о.: дол., грн.) витрат шихтових матеріалів для виробництва 1 тони асортименту вогнетривкої продукції із застосуванням доступних варіантів шихтовки (зафіксовано для періоду t);

$V^t = \{V_i^t\}$ - вектор виробничого замовлення на асортимент вогнетривкої продукції (у тонах) для планового періоду t ;

$N^t = \{n_{ij}^t\}$ - матриця потрібних виробничих потужностей цеху для виконання планового завдання з урахуванням V_i^t (зафіксовано для періоду t).

Параметри моделі:

\bar{p}_k^t - середня ціна (в у.г.о.: дол., грн.) за тону k -го шихтового матеріалу, який зберігається на складі підприємства (актуальна для періоду t);

\bar{D}_k^t - середній денний залишок (у тонах) k -го шихтового матеріалу на складі підприємства з урахуванням поточного споживання та планової (очікуваної) поставки (актуально для періоду t);

V_i^t - обсяг виробничого замовлення i -го виду вогнетривкої продукції (у тонах) на плановий період t ;

t^t - кількість днів у плановому періоді ($t^t=30$ днів).

Змінні моделі:

x_{ij}^t - кількість тон i -го виду вогнетривкої продукції, яку згідно з планом виробництва слід виготовляти із застосуванням j -го варіанта шихтовки;

y_k^t - розмір дефіциту («+») або профіциту («-») k -го шихтового матеріалу (у тонах) для виробництва асортименту вогнетривкої продукції згідно з планом виробничого замовлення V^t (актуально для періоду t).

Використовуючи введені вище позначення та взявши до уваги зміст постановки задачі про багато варіативний вибір можливих способів шихтування, побудуємо економіко-математичну модель у вигляді лінійної оптимізаційної моделі.

Основні структурно-функціональні елементи моделі:

Цільова функція - мінімізація загальних витрат на виробництво планового обсягу асортименту вогнетривкої продукції:

$$F^t = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} (c_{ij}^t \cdot x_{ij}^t) \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

або з урахуванням вираження для нормативної вартості шихтових матеріалів на 1 тону вогнетривкої продукції (*собівартість 1 тони продукції i-го виду із застосуванням j-го варіанта шихтовки*):

$$c_{ij}^t = \sum_{k=1}^K (\bar{p}_k^t \cdot a_{ijk}^t), \quad (2.2)$$

отримуємо:

$$F^t = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} \sum_{k=1}^K [(\bar{p}_k^t \cdot a_{ijk}^t) \cdot x_{ij}^t] \rightarrow \min. \quad (2.3)$$

Система обмежень:

1. Обмеження на виконання планового завдання з асортименту вогнетривкої продукції:

$$\sum_{j=1}^{J_i} x_{ij}^t \geq V_i^t, \quad i = \overline{1, I}. \quad (2.4)$$

2. Балансове обмеження на використання шихтових матеріалів на виготовлення планового замовлення асортименту вогнетривкої продукції:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} (x_{ij}^t \cdot a_{ijk}^t) + y_k^t = t^t \cdot \bar{D}_k^t, k = \overline{1, K}. \quad (2.5)$$

3. Обмеження на допустимість граничного дефіциту шихтових матеріалів, якщо $y_k^t < 0$, та граничного профіциту шихтових матеріалів, якщо $y_k^t > 0$:

$$Y_k^{min} \leq y_k^t \leq Y_k^{max}, Y_k^{min} < 0, Y_k^{max} > 0. \quad (2.6)$$

де Y_k^{min} , Y_k^{max} - задані гранично допустимі значення на величину «керованого» дефіциту та профіциту відповідно.

4. Умова невід'ємності змінних:

$$x_{ij}^t \geq 0, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J_i}. \quad (2.7)$$

Таким чином, економіко-математична модель задачі багатоваріантного вибору оптимальної шихти виробництва асортименту вогнетривкої продукції набуває такого вигляду:

$$F^t = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} \sum_{k=1}^K [(\bar{p}_k^t \cdot a_{ijk}^t) \cdot x_{ij}^t] \rightarrow \min \quad (2.8)$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{J_i} x_{ij}^t \geq V_i^t, i = \overline{1, I}, \\ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} (x_{ij}^t \cdot a_{ijk}^t) + y_k^t = t^t \cdot \bar{D}_k^t, k = \overline{1, K}, \\ Y_k^{min} \leq y_k^t \leq Y_k^{max}, \\ x_{ij}^t \geq 0, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J_i}. \end{cases} \quad (2.9)$$

або система обмежень, яку записано у розгорнутому вигляді:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{J_1} x_{1j}^t \geq V_1^t, \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^{J_i} x_{ij}^t \geq V_i^t, \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^{J_I} x_{Ij}^t \geq V_I^t, \end{cases} \quad (2.10)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} (x_{ij}^t \cdot a_{ij1}^t) + y_1^t = t^t \cdot \bar{D}_1^t, \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} (x_{ij}^t \cdot a_{ijk}^t) + y_k^t = t^t \cdot \bar{D}_k^t, \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} (x_{ij}^t \cdot a_{ijK}^t) + y_K^t = t^t \cdot \bar{D}_K^t, \end{cases} \quad (2.11)$$

$$\begin{cases} Y_1^{min} \leq y_1^t \leq Y_1^{max}, \\ \vdots \\ Y_k^{min} \leq y_k^t \leq Y_k^{max}, \\ \vdots \\ Y_K^{min} \leq y_K^t \leq Y_K^{max}, \end{cases} \quad (2.12)$$

$$x_{ij}^t \geq 0, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J_i}. \quad (2.13)$$

Таким чином, економіко-математична модель задачі багатоваріантного вибору оптимальної шихти виробництва асортименту вогнетривкої продукції, представлена вираженнями (2.8)-(2.13), відноситься до класу задач лінійного програмування; при її використанні застосовуються загально відомі методи лінійного програмування, зокрема, симплексний метод, який програмно реалізований у процедурі «Пошук рішення», що входить до функціоналу стандартного пакету Ms. Excel [11, 37].

Побудована модель слугує основою для проведення аналітичних розрахунків (модельних експериментів) з метою підбору (пошуку) найкращих варіантів шихтовок з урахуванням планового портфеля замовлень.

Проте цю модель можна розширити за рахунок додаткового введення до її складових параметрів про очікувані та/або прогнозовані події, які пов'язано, зокрема, з такими сценаріями:

- здійснюється перехід від одного способу шихтовки до іншого в межах планового періоду в умовах форс-мажору або іншої техніко-технологічної або маркетингово-логістичної необхідності чи доцільності;

- відбувається економія витрат на шихтові матеріали за рахунок «вдалого» придбання на сировинному ринку за привабливою ціною (або

отримання відчутних знижок), що пов'язано з ефективною системою прогнозування цін на цю сировину;

– зміна постачальника шихтових матеріалів у зв'язку зі ступенем надійності та своєчасності поставки;

– інші.

Включення до моделі додаткових параметрів з урахуванням окресленої вище проблематики:

b_{ij}^t - витрати (в у.г.о.: дол., грн.), які пов'язані з необхідністю переходу від поточного варіанта шихтовки на деякий новий j -й варіант виробництва i -го виду вогнетривкої продукції (для планового періоду t);

M_{ks}^t - маркетингові витрати (в у.г.о.: дол., грн.) на оформлення замовлення та доставку від s -го постачальника на склад підприємства замовленого обсягу D_k^t (в тон.) k -го шихтового матеріалу (актуально для періоду t);

p_{ks}^t - актуальна для періоду t ціна (в у.г.о.: дол., грн.) за тону k -го шихтового матеріалу, яку призначає s -й постачальник;

τ_{ks}^t - час доставки (у днях) потрібного (планового) обсягу (у тонах) k -го шихтового матеріалу від s -го постачальника;

ρ_{ks}^t - рейтингова оцінка s -го постачальника (зі списку бізнес-партнерів) k -го шихтового матеріалу (актуальна для періоду t);

$B^t = \{b_{ij}^t\}$ - матриця витрат (в у.г.о.: дол., грн.) на переналагодження устаткування при переході від одного варіанта шихтовки на інший для виробництва i -го виду вогнетривкої продукції (для планового періоду t);

$M^t = \{M_{ks}^t\}$ - матриця маркетингових витрат (в у.г.о.: дол., грн.) на оформлення замовлення та доставку шихтових матеріалів від постачальників на склад підприємства з урахуванням замовлених обсягів D_k^t (в тонах) (актуально для періоду t);

$P^t = \{p_{ks}^t\}$ - матриця цін (в у.г.о.: дол., грн.) за тону у постачальників шихтових матеріалів (актуальна для періоду t);

$TS^t = \{\tau_{ks}^t\}$ - матриця часу доставки (в днях) шихтових матеріалів від постачальників (актуальна для періоду t);

$RAT^t = \{\rho_{ks}^t\}$ - матриця рейтингових оцінок бізнес-партнерів підприємства, які є постачальниками шихтових матеріалів (актуальна для періоду t);

$\bar{\tau}_k^t$ - середній час доставки (у днях) потрібного (планового) обсягу (у тонах) k -го шихтового матеріалу від постачальників з рейтингового списку бізнес-партнерів;

D_k^t - розміщений (сплачений постачальнику) обсяг замовлення (у тонах) k -го шихтового матеріалу (планова або позапланова поставка), надходження якої на склад підприємства очікується у періоді t ;

n_{ij}^t - кількість партій i -го виду шамотної продукції (вагою по 1 тоні кожна), що планується виготовляти із застосуванням j -го варіанта шихтовки з урахуванням виробничих потужностей цеху (зафіксовано для періоду t).

Числове розв'язання задачі (2.8) – (2.13) вимагає на отримання масиву актуальної статистичної інформації, зокрема, дані про норми витрат шихтових матеріалів, їх середні залишки на складах підприємства, актуальні ціни на їх придбання тощо. Цю статистичну базу доцільно сформував та діджиталізувати в інфопростір у вигляді комплексу спеціальних інформаційних моделей даних.

2.3. Методи статистичної обробки та узагальнення даних для побудови інформаційної моделі

Під час розроблення та реалізації економіко-математичної моделі (2.8) – (2.13) виявлено такий її основний недолік – відносно низька швидкість доступу до даних та використання великого обсягу пам'яті на носіях інформації. Окрім цього, до інформаційної бази, що застосовується аналітиками служби фінансового директора ПрАТ «Запоріжвогнетрив», заносяться статистичні дані,

які збираються та узагальнюються без дотримання якоїсь системності та комплексності. Як правило, це відбувається відповідальними виконавцями з різних структурних підрозділів підприємства «за необхідністю» (на запит аналітика), при цьому часто нехтують основними принципами організованого статистичного спостереження заради оперативності надання затребуваної інформації.

З іншого боку, інформаційна модель даних при розв'язуванні задачі (2.8) – (2.13) формує вхідні параметри для математичних виражень моделі на основі цієї інформаційної бази, а тому неприпустимим є наявність будь-яких некоректних числових значень цих параметрів, які отримують з різних інформаційних джерел (фактичні дані про залишки шихтових матеріалів з корпоративної IT-Enterprise, чинні нормативи ресурсних витрат для затверджених варіантів шихти та актуальні фактичні ціни на шихтову сировину із електронних довідників або навіть з паперових носіїв, розрахункові дані собівартості вогнетривкої продукції, прогнозних цін тощо), адже це загрожує появі хибних результатів розрахунків на моделі.

Таким чином, реалізація системного підходу до розв'язання задачі оптимізації шихти вимагає організації та дотримання методичних принципів і підходів щодо збирання даних під час організованого статистичного спостереження, коректного застосування статистичних методів обробки цих даних та обчислення системи узагальнюючих статистичних показників.

При створенні структурованої інформаційної бази для розроблення інформаційної моделі даних пропонуємо використовувати такі статистичні методи, які узагальнено у таблиці 2.1 [12, 13, 20, 25].

Їх застосування при визначенні числових значень параметрів у моделі задачі (2.8) – (2.13) висвітлено в таблиці 2.2.

Усі дані в таблиці 2.2 актуалізуються на деякий плановий період t .

Таблиця 2.1

**Рекомендований перелік економіко-статистичних методів
для формування інформаційної бази дослідження**

Назва	Умовне позначення	Сфера застосування
<i>Група методів статистичного спостереження:</i>		Проведення масового збору інформації (реєстрація фактів), формування бази первинних даних:
Метод поточного спостереження	MS_1	проводиться систематично, безперервно
Метод періодичного спостереження	MS_2	повторюється через певний період часу
Метод одноразового спостереження	MS_3	здійснюється за необхідності, без урахування тимчасового інтервалу
Метод основного масиву	MS_4	обстежується частина одиниць сукупності, що володіє найбільш явно вираженими досліджуваними ознаками
Метод анкетного спостереження	MS_5	за допомогою листів опитування вивчається набір ознак, який потім екстраполюється на всю сукупність
Метод вибіркового спостереження	MS_6	досліджується певна частина одиниць, відібраних та оброблених випадково
Метод безпосереднього спостереження	MS_7	встановлюється факт, який підлягає реєстрації – на цій підставі відбувається його реєстрація у стандартизованому вигляді (формуляр, анкета тощо)
<i>Група економіко-статистичних методів аналізу та прогнозування</i>		Систематизація даних; прикладний аналіз даних за допомогою системи узагальнюючих стат. показників:
Метод групування	MS_8	систематизація та узагальнення результатів стат. спост-я
Табличний метод	MS_9	спосіб раціонального, наочного викладення систем-ваної інформації у цифровій формі та у певному порядку
Графічний метод	MS_{10}	спосіб умовного зображення стат. даних за допомогою фігур, ліній, крапок і різноманітних символічних образів
Метод синтетичних показників	MS_{11}	група методів (прийомів) визначення узагальнюючих зведених синтетичних показників
Метод середніх величин	MS_{12}	найпоширеніший статистичний прийом узагальнення масиву даних; середня характеризує типовий рівень статистичної ознаки у досліджуваній сукупності
Метод рядів динаміки	MS_{13}	група методів (прийомів) оцінки тенденції і закономірностей розвитку явищ за рахунок обчислення системи характеристик рядів динаміки
<i>Група методів математичної статистики</i> MS_{14}		Вивчення імовірнісних закономірностей у масових явищах на основі дослідних даних; вивчення стат. залежності, визначення основних числових характеристик: вибіркві середні, дисперсії, стандартні відхилення
<i>Група методів математичного програмування</i> MS_{15}		Застосовуються для розв'язання некласичних задач оптимізації за допомогою визначеної програми дій, а також проведення варіативних розрахунків на моделі при дослідженні оптимального плану на стійкість

Як очевидно з вираження (2.8), найбільш впливовим чинником для значення індикативного показника ефективності управлінської діяльності F^t є ринкові ціни p_{ks}^t на шихтові матеріали, адже норми їх витрат a_{ijk}^t визначаються

технологічними способами виробництва, є фіксованими для асортименту вогнетривкої продукції та за звичайних експлуатаційних умов залишаються у визначених межах, тобто їх можна вважати детермінованими величинами.

Таблиця 2.2

Принципова схема формування методичного базису при визначенні основних числових параметрів для задачі оптимізації шихти

Числові параметри моделі (2.8) – (2.13)			Рекомендовані до застосування методи
Позначення	Економічний зміст	Матем. форма	
<i>Первинні дані</i>			
a_{ijk}^t	норма витрат k -го шихтового матеріалу (у тонах) для виробництва i -го виду шамотної продукції із застосуванням j -го варіанта шихтовки	матриця	$MS_1, MS_4, MS_5, MS_6, MS_7, MS_8, MS_9, MS_{14}$
p_{ks}^t	актуальна для періоду t ціна за тону k -го шихтового матеріалу, яку призначає s -й постачальник	матриця	$MS_2, MS_4, MS_5, MS_7, MS_8, MS_9$
M_{ks}^t	маркетингові витрати на оформлення замовлення та доставку від s -го постачальника на склад підприємства замовленого обсягу k -го шихтового матеріалу	матриця	$MS_2, MS_4, MS_5, MS_7, MS_8, MS_9$
V^t	виробниче замовлення на асортимент продукції	вектор	MS_3, MS_7, MS_8
<i>Розрахункові дані</i>			
c_{ij}^t	нормативна вартість витрат шихтових матеріалів для виробництва 1 тони i -го виду продукції за j -м варіантом шихтовки - змінна собівартість 1 тони готової продукції	матриця	$MS_2, MS_7, MS_8, MS_9, MS_{11}, MS_{14}$
F^t	загальні витрати на виробництво планового обсягу асортименту шамотної продукції	число	MS_3, MS_{11}, MS_{15}
x_{ij}^t	кількість тон i -го виду шамотної продукції, яку згідно з планом виробництва слід виготовляти із застосуванням j -го варіанта шихтовки - <i>оптимальне рішення</i>	матриця	MS_3, MS_9, MS_{15}
y_k^t	розмір дефіциту («+») або профіциту («-») k -го шихтового матеріалу для виробництва асортименту шамотної продукції згідно з планом виробничого замовлення - <i>оптимальне рішення</i>	вектор	$MS_3, MS_8, MS_9, MS_{15}$
<i>Аналітичні показники</i>			
ρ_{ks}^t	рейтингова оцінка s -го постачальника (зі списку бізнес-партнерів) k -го шихтового матеріалу	матриця	$MS_3, MS_4, MS_5, MS_7, MS_8, MS_9, MS_{10}, MS_{11}, MS_{14}$
\bar{p}_k^t	середня ціна за тону k -го шихтового матеріалу, який зберігається на складі підприємства	вектор	$MS_2, MS_8, MS_9, MS_{12}, MS_{14}$
\bar{D}_k^t	середній денний залишок k -го шихтового матеріалу на складі підприємства з урахуванням поточного споживання та планової (очікуваної) поставки	вектор	$MS_1, MS_7, MS_{13}, MS_8, MS_9, MS_{10}, MS_{12}, MS_{13}, MS_{14}$
$\bar{\tau}_k^t$	середній час доставки потрібного (планового) обсягу k -го шихтового матеріалу від постачальників з рейтингового списку бізнес-партнерів	вектор	$MS_2, MS_3, MS_8, MS_9, MS_{12}, MS_{14}$
y_k^{min}, y_k^{max}	гранично допустимі значення на: дефіцит шихтових матеріалів, якщо $y_k^t < 0$; профіцит шихтових матеріалів, якщо $y_k^t > 0$.	вектор	$MS_2, MS_8, MS_9, MS_{10}, MS_{13}, MS_{14}$

Тут ринкові ціни є своєрідними індикаторами ефективності управлінських рішень, коли особа, яка приймає рішення (ОПР), включає у виробничий план підприємства той чи інший спосіб шихтовки з певною інтенсивністю x_{ij}^t для виробництва асортименту вогнетривкої продукції та фактично формує її планову собівартість. «Вдалий» або «невдалий» вибір способів шихтовки у сукупності по асортименту вогнетривкої продукції призводить до суттєвої розбіжності загальної вартості виготовленої продукції з причини суттєвої варіації цін на різні шихтові матеріали у часі.

Це дає змогу наголосити на такому: фактична вартість шихти для вогнетривкого виробництва знаходиться під визначальним впливом мінливості ринкових цін на відповідні шихтові матеріали.

Вочевидь, «розуміння» причин змінюваності цін на шихтові матеріали та кількісне оцінювання «наслідків» цих змін, а також вимірювання їх впливу на можливі зміни цін на інші шихтові матеріали, зокрема на сировину-замінники, дає змогу ОПР застосовувати ефективні схеми гнучкої закупівельної політики з урахуванням раціональних очікувань цін на сировинних ринках. А отже, завдання щодо виявлення взаємної залежності цін на різні шихтові матеріали-замінники в умовах ринкової волатильності є конче актуальним під час здійснення управлінської діяльності підприємства насамперед з практичних міркувань ОПР. Виконання цього завдання втілюється у розв'язок такої прикладної задачі моделювання, яка розв'язується економетричними методами.

Постановка прикладної економетричної задачі [15]. Встановити наявність або відсутність кількісної залежності між ринковими цінами на різні пари шихтових матеріалів, що входять до шихти та які:

- є замінниками один одного (частинний випадок);
- не є замінниками один одного (загальний випадок).

Оцінити статистичну значимість цих залежностей і, якщо такі залежності є суттєво значимими, враховувати отриману нову інформацію про можливість технологічної взаємної заміни шихтових матеріалів у складі шихти з

урахуванням варіативності цін з метою мінімізації загальної вартості використаних шихтових матеріалів у виробничому плані підприємства.

Сформульовану задачу розв'язано із застосуванням економетричних методів у такий спосіб (більш детально про способи розв'язання див. у [18]):

1. Утворено 12 паралельних часових рядів цін на шихтові матеріали (використано фактичну ретроспективну статистику за березень 2021 р. для 12 «найцінніших» шихтових матеріалів - умовно позначено через RES_1 - RES_{12} (див. табл. 2.3); ряди вирівняно у часових інтервалах - виділено 13 рівнів ряду з урахуванням того, що «пусті» рівні часових рядів виключено з розрахунків).

2. З утворених часових рядів побудовано усі можливі пари, для яких проведено оцінку щільності взаємозв'язку з використанням показника парного коефіцієнта кореляції « r », обчисленого за загальновідомою формулою із застосуванням стандартного пакету Ms. Excel [18]. Результати розрахунків подано у табл. 2.3 (кольором виділено різні якісні діапазони значень « r »):

Таблиця 2.3

Розрахункові значення коефіцієнтів кореляції « r » для пар векторів цін на шихтові матеріали (статистичні дані за березень 2021 р.)

Шихтові матеріали	RES_1	RES_2	RES_3	RES_4	RES_5	RES_6	RES_7	RES_8	RES_9	RES_{10}	RES_{11}	RES_{12}
RES_1	1											
RES_2	-0,161424	1										
RES_3	0,5600353	0,01524	1									
RES_4	0,3756596	-0,450628	0,483971	1								
RES_5	0,5952086	-0,388906	0,218713	0,6410082	1							
RES_6	0,4843309	-0,182581	0,31657	0,6470902	0,866354	1						
RES_7	-0,660033	0,034938	-0,438912	0,0449903	-0,3327	-0,18522	1					
RES_8	-0,280094	0,317213	-0,140259	-0,679964	-0,65015	-0,389225	0,046289	1				
RES_9	-0,340724	-0,161175	0,009168	0,5562048	0,101308	0,192102	0,591177	-0,53357	1			
RES_{10}	0,2620036	-0,172606	0,256929	0,1130844	0,509109	0,494382	-0,29305	0,000583	-0,11263	1		
RES_{11}	0,0081229	-0,405967	-0,143081	0,2622481	0,647122	0,653219	0,007325	-0,12963	0,104825	0,7664602	1	
RES_{12}	-0,274884	0,245462	0,08162	0,1374154	-0,44313	-0,345645	0,490148	-0,22394	0,556093	-0,6087874	-0,636667	1

3. Здійснено оцінку щільності зв'язку («сили зв'язку») між цінами на різні шихтові матеріали з використанням обчислених коефіцієнтів кореляції за допомогою шкали Чеддока [36], яку в узагальненому вигляді подано у табл. 2.4:

Таблиця 2.4

**Шкала Чеддока для оцінювання «сили зв'язку»
між парою випадкових величин (за значенням коефіцієнтів кореляції «r»)**

Діапазон значень величини показника щільності зв'язку (для коефіцієнта кореляції «r»)	Якісна характеристика сили зв'язку	Кольоровий ідентифікатор для значень «r» у табл. 1
$ \pm 0,1 - \pm 0,3 $	Практично відсутній	червоний
$ \pm 0,3 - \pm 0,5 $	Слабкий	помаранчевий
$ \pm 0,5 - \pm 0,7 $	Помірний	жовтий
$ \pm 0,7 - \pm 0,9 $	Сильний (щільний)	бірюзовий
$ \pm 0,9 - \pm 0,99 $	Дуже сильний	зелений

Спільний аналіз таблиць 2.3-2.4 свідчить, що:

– для більшості пар шихтових матеріалів кореляційний зв'язок між їх ринковими цінами «практично відсутній» (48,50%) або «слабкий» (24,24%), тобто майже для трьох чвертей (72,74%) від усіх комбінацій шихтових матеріалів подальше застосування інструментарію економетрики у визначеному контексті задачі не має сенсу;

– для майже чверті пар шихтових матеріалів кореляційний зв'язок між їх ринковими цінами є «помірним» (24,24%), а також для двох пар або 0,02% від їх загальної кількості є «сильним (щільним)» (шихтові матеріали: RES_5 «Лом шамотний, привізний» та RES_6 «Лом шамотний, відходи повернені»; RES_{10} «Лом шамотний, ЛШ УПОЛ» та RES_{11} «Лом шамотний, ЛШ (ЦПС) УПОЛ»). У цих випадках проведення подальшого кореляційно-регресійного аналізу із застосуванням відповідних економетричних методів є доцільним, а відповідні витрати трудового й обчислювального ресурсів є економічно виправдані, оскільки нова здобута інформація про взаємну залежність у динаміці цін на різні шихтові матеріали дозволяє приймати рішення з управління діяльністю підприємства більш ефективні, аніж за її відсутності. Очікуваний економічний ефект полягає у зменшенні загальної вартості витрат на виробництво планового обсягу асортименту вогнетривкої продукції за рахунок математичної оптимізації розподілу обмежених матеріально-сировинних ресурсів (шихтових матеріалів), що, як наслідок, дає змогу застосовувати на цій статистичній базі

розвинутий економіко-математичний інструментарій для пошуку оптимальних («ідеальних» за заданих умов) виробничих планів підприємства.

Висновки до розділу 2

Проведено дослідження основних підходів до прогнозування величини попиту на вогнетривку продукцію з боку бізнес-партнерів ПрАТ «Запоріжвогнетрив», що призводить до формування портфеля замовлень на плановий період.

Встановлено, що на ПрАТ «Запоріжвогнетрив» застосовують методи підбору раціональних варіантів шихтовок, які обтяжені низкою суттєвих недоліків, зокрема таких: відсутність стандартів уніфікації можливих варіантів шихтовок, відсутність оцінок обсягів виробництва вогнетривкої продукції з акцентом на плануванні витрат шихтових матеріалів, відсутність можливості розрахунку оптимального обсягу закупівлі шихтових матеріалів тощо.

Запропоновано новий підхід, який позбавлений вказаних недоліків. В його основі лежить розрахунок деякого визначеного набору раціональних шихтовок для кожної з номенклатурної позиції вогнетривкої продукції згідно з портфелем замовлень ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Встановлено, що конструктивним і перспективним напрямком щодо вирішення цієї проблематики, зокрема при проведенні інформатизації процедур комплексного аналізу «вузьких місць» під час розробки виробничого плану, є побудова віртуального управлінського бізнес-процесу «Аналіз вузьких місць у процесі розробки виробничого плану ПрАТ «Запоріжвогнетрив», який пропонуємо розглядати як послідовну множину відповідних процедур-дій.

На підґрунті побудованого бізнес-процесу доцільним є здійснення заходів з інформатизації процедур комплексного аналізу «вузьких місць» під час розробки виробничого плану ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Розроблено економіко-математичну модель для задачі багатоваріантного вибору оптимальної шихти виробництва асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив», яку можна розв'язати з використанням методів лінійного програмування. Ця модель сприяє підвищенню якості рішень, що приймає ОПР при виборі раціональних варіантів шихтовок з урахуванням наявності шихтових матеріалів на складі підприємства.

Занадто висока розмірність і різноманітність масиву даних, які утворюють інформаційну базу для складання ефективних виробничих планів згідно з побудованим модельно-алгоритмічним комплексом, унеможлиблює її релевантне сприйняття людиною-аналітиком, а тому вимагає на створення відповідної комп'ютерної діалогової системи між інформаційними моделями розробленого алгоритмічного комплексу та інформаційною базою служби фінансового директора ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

РОЗДІЛ 3

ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ РОЗПОДІЛОМ

ШИХТОВИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ СКЛАДАННІ ВИРОБНИЧИХ ПЛАНІВ

ПрАТ «ЗАПОРІЖВОГНЕТРИВ»

3.1. Принципи інформатизації процедури вибору оптимальної шихти для виробництва асортименту вогнетривкої продукції ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Сучасні реалії, в яких розвивається український бізнес, характеризують як *Industry 4.0*, або *Четверта промислова революція*, зі своїми характерними носіями та ознаками, цілями й завданнями, трендами, інструментарієм, проблемами і преференціями тощо. Економічна теорія визначає цей етап як завершальний при переході від індустріального розвитку суспільства до наступного якісно нового - інформаційного, а сам перехід отримав назву «*інформатизація*». Головною метою інформатизації, згідно парадигми *Industry 4.0*, є створення оптимальних умов для задоволення інформаційних потреб і реалізації діяльності підприємств, насамперед промислового сектору, на основі формування і використання інформаційних ресурсів і сучасних технологій [39, 40].

Плани провідних компаній, зокрема промислового сектору економіки, які є піонерами провадження процесів цифрової трансформації, все частіше гальмують і не спрацьовують у сучасних реаліях. За результатами дослідження компанії «Deloitte» щодо інвестиційних планів підприємств у 11 країнах Південної та Північної Америки, Азії та Європи на підтримку цифрової трансформації власного бізнесу [30], однією з основних причин, окрім технологічної складності та інертності етапу інформатизації усіх їх бізнес-процесів, виокремлено «приховану» фундаментальну проблему, що пов'язана з готовністю персоналу до ефективної реалізації цих планів, а саме: пошук,

навчання та утримання висококваліфікованих фахівців, які користуються цифровими технологіями, здатні підтримувати процеси передачі та обміну даними між фізичним світом і комп'ютерними системами (*physical-digital-physical loop*) та можуть опрацьовувати великі обсяги даних у режимі реального часу, залишається найбільш актуальною організаційною і культурною проблемою для підприємств; ці підприємства відчують найбільший дефіцит саме в таких фахівцях [3].

Проста комп'ютеризація та автоматизація робочих місць на початку інформаційної ери дала потужний поштовх стрімкому зростанню цінності тоді ще нового ресурсу - інформації, який на сьогодні неможливо переоцінити, адже сьогодні інформація - це найважливіший стратегічний ресурс під час пошуку, аналізу та прийняття ефективних рішень, зокрема, економічних та управлінських, а його відсутність або обмеженість породжує інформаційну невизначеність. Сучасний інформаційний простір будь-якого підприємства переповнений надмірною, іноді спотвореною та суперечливою інформацією, через що об'єктивною необхідністю стає систематизація відповідних інформаційних потоків, що своєю чергою потребує на вирішення низки взаємопов'язаних між собою організаційних, технічних, управлінських задач, які вирішуються в межах системи бізнес-процесів підприємства.

Отже, за час масового поширення інженерних та інформаційних технологій людство згенерувало й продовжує генерувати величезні масиви даних, які надходять з усіх секторів світової економіки та від звичайної людської діяльності (соціальної активності). За оцінками фахівців, загальний обсяг даних у світі зростає щорічно на 30%. Це все – *великі дані*, або *Big Data*. Термін «великі дані» вживають для опису технології та практики роботи з даними, які є не лише надвеликими за обсягом, але й швидкими та мають різні форми. Проте дані та, зокрема, великі дані не є самозамкненою категорією, а займають лише «перше» місце (не плутати «перше» з «визначним» і «найбільш значимим») у трансформаційному ланцюжку, який надає особі, що приймає

рішення, можливість здійснювати діяльність системно, науково обґрунтовано та ефективно. Йдеться тут про тріаду «дані-інформація-знання»:

– *дані* - це фіксовані у певний спосіб та із застосуванням різних фізичних пристроїв відомості про події та явища, які після їх фіксації зберігаються на електронних носіях;

– *інформація* - це результат обробки, перетворення та аналізу даних під час розв'язування конкретних задач;

– *знання* - це зафіксована і перевірена практикою систематизована інформація, яку вже використовували та яку можна використовувати й надалі ще багато разів для прийняття рішень при вирішенні кола задач із певного класу в межах конкретної предметної сфери. *Знання - це інтелектуальний капітал!*

Здатність і вміння опанувати великими даними у ефективні способи є однією з головних причин бізнес-успіхів багатьох великих технологічних компаній. Як правило, великі дані - це надзвичайно великі набори структурованих і неструктурованих «сирих» даних, які неможливо та/або нерационально обробляти традиційними методами. Лише застосування спеціальних способів та алгоритмів машинного навчання дає змогу «розкривати» великі дані, виявляти приховані й «зашифровані» в них тенденції та закономірності. Машинне навчання якби прискорює ці процеси за рахунок автоматизованої класифікації вхідних даних, перетворення «сирих» даних на статистичні дані, які вже є корисними для бізнес-операцій та які можна використовувати в аналітичних процедурах.

Таким чином, інформаційний простір підприємства об'єктивно формується за рахунок різноманіття інформаційних контентів, які надходять з мережі його бізнес-процесів під час їх неперервного перебігу та динамічно його оновлюють. Підприємства відповідно до власних фінансових можливостей постійно або періодично оновлюють та поліпшують технологію автоматизованої обробки інформації, а сам цей процес набуває ознак

неперервності і послідовності, а тому потребує на координацію заходів у сфері інформатизації своєї діяльності.

Під «інформатизацією» діяльності будемо розуміти процес наповнення підприємства сучасними технічними засобами і програмним забезпеченням до них, з метою отримання бажаного обсягу інформації для ухвалення ефективних управлінських рішень.

Розроблення комп'ютерної діалогової системи базується на двох основних взаємозв'язаних складових: *модельно-алгоритмічний комплекс* (модель (2.8) – (2.13), статистичні методи обробки та узагальнення даних, спеціальні алгоритмічні процедури тощо) та *інформаційна модель об'єкта* (оцифрована інформація про перебіг бізнес-процесу «Аналіз вузьких місць у процесі розробки виробничого плану ПрАТ «Запоріжвогнетрив»).

Інформаційні моделі об'єкта (або Data Model – модель даних) слугують засобом формування уявлення про дані, їх склад і використання в конкретних умовах або для конкретного об'єкта, є логічною структурою даних, що становить притаманні цим даним властивості, незалежні від апаратного й програмного забезпечення й не пов'язані з функціонуванням комп'ютера. До інформаційної моделі (ІМ) заносять найбільш значимі для дослідника інформацію та відомості, як правило, у числовому форматі, які утворюють атрибути ІМ. Комп'ютерні діалогові системи працюють саме з вмістом атрибутів ІМ – параметрами та змінними величинами об'єкта. Інформаційні моделі даних – це інформаційний (оцифрований) образ об'єкта і одночасно «дорожня карта» структурованого розміщення локальних контентів інформації (даних про об'єкт) на певній апаратній чи програмній платформі [23, 32].

З урахуванням цілей дослідження та специфіки нашого об'єкта, ми побудували систему спеціальних інформаційних моделей даних на платформі Ms. Excel. Комплексна ІМ для реалізації розробленого модельно-алгоритмічного комплексу – це реляційна модель (є простою у розумінні та використанні; не потребує спеціалізованих знань або професійних навичок програмування від користувачів), де зв'язки між атрибутами, що відображають

зв'язок різних параметрів і змінних у моделі (2.8) – (2.13), реалізовано через формули функціоналу стандартного пакету електронних таблиць Ms. Excel. За сферою використання, ця ІМ – це ігрова модель, яку налаштовано на вивчення можливої поведінки об'єкта в запрограмованих або непередбачених ситуаціях, зокрема, у ІМ закладено можливість моделювання техніко-технологічних, економічних, маркетингових або управлінських форс-мажорів, які пов'язано, зокрема, з дефіцитом/профіцитом шихтових компонентів на складі, непередбачуваними змінами виробничого плану з маркетингових чи технологічних причин тощо.

Таким чином, на підґрунті побудованого бізнес-процесу «Аналіз вузьких місць у процесі розробки виробничого плану ПрАТ «Запоріжвогнетрив» слід здійснювати заходи з інформатизації процедур комплексного аналізу «вузьких місць» під час розробки виробничого плану.

Для практичної реалізації цих заходів від ПрАТ «Запоріжвогнетрив» потрібна фактична та статистична база, яку слід діджиталізувати в інфопростір. Таку діджиталізацію пропонуємо здійснювати, дотримуючись змісту, логіки та послідовності, що схематично представлено на рис. 3.1.

На основі представлених на рис. 3.1 принципів здійснюється опис вхідних і вихідних потоків інформації.

Вхідний потік інформації містить дані, зокрема, про:

- набір нормативної та технологічної інформації;
- розмір замовлення за номенклатурними позиціями портфеля замовлень;
- набір раціональних шихтовок в умовах наявних запасів шихтових матеріалів на складі підприємства;
- ціни на шихтові матеріали та собівартість тони шихти.

Вхідний потік інформації містить дані, зокрема, про процент виконання та виробничу собівартість шихти для планового портфеля замовлень, дефіцит/профіцит сировини за умови реалізації оптимального плану виробництва тощо.

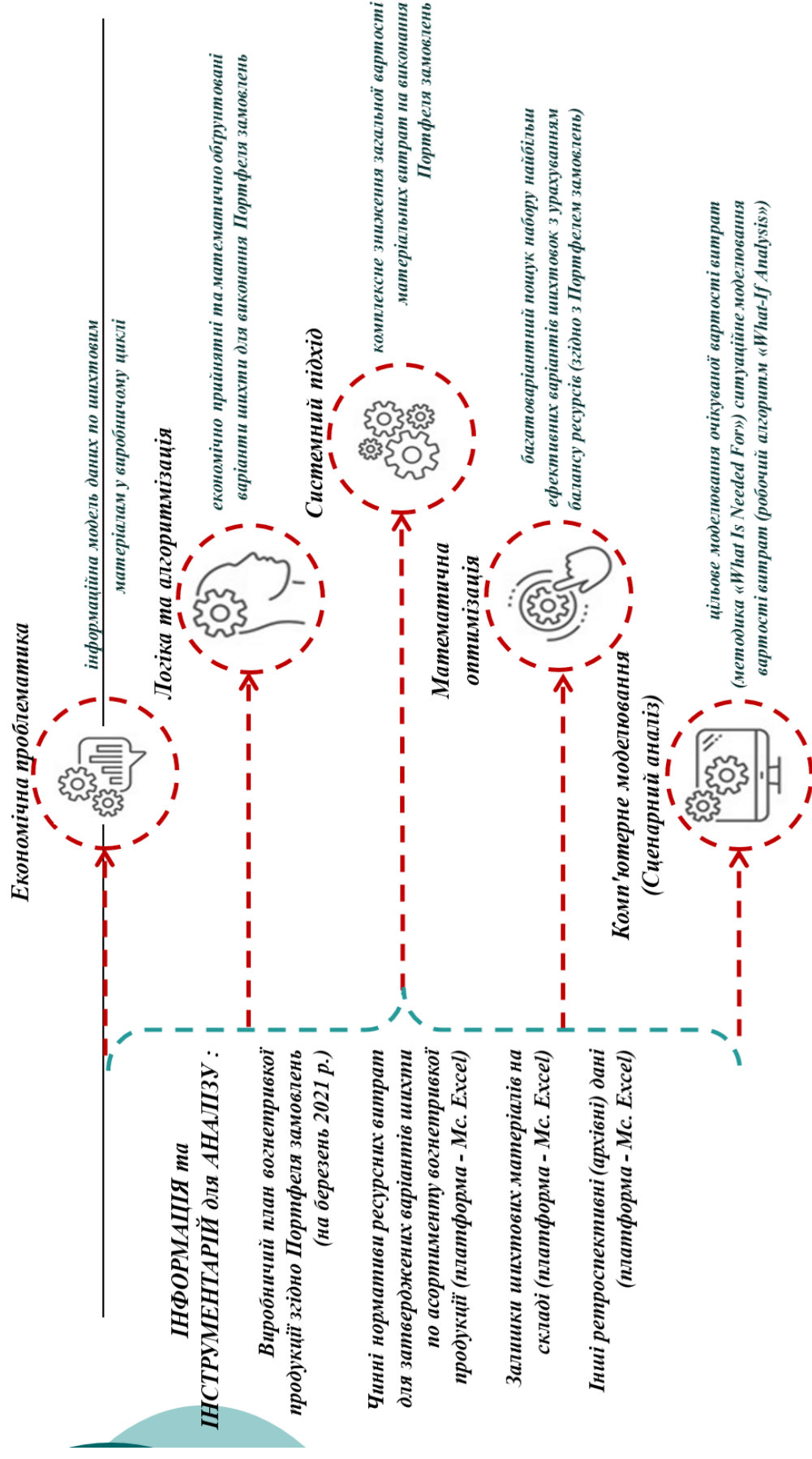


Рис. 3.1. Принципи інформатизації процедур вибору оптимальної шихти в умовах ПРАТ «Запоріжжвогнетрив»

Проведення інформатизації бізнес-процесу «Аналіз вузьких місць у процесі розробки виробничого плану ПрАТ «Запоріжвогнетрив» забезпечить:

- 1) оптимізацію інформаційних потоків оперативних і достовірних даних, необхідних для обґрунтування та прийняття рішень;
- 2) зниження втрат інформації, пов'язаних з існуючим рівнем обліку, контролю, плануванню та звітності;
- 3) застосування сучасних програмно-технічних засобів на кожному етапі обробки інформації.

3.2. Аналіз інформаційної моделі даних «ЯК Є» управління розподілом шихтових матеріалів ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Проведений аналіз практики застосування інформаційної моделі даних «ЯК Є», яку реалізовано на платформі Ms. Excel, у роботі відділу контролінгу служби фінансового директора ПрАТ «Запоріжвогнетрив» дозволяє зробити, зокрема, такі висновки:

- більшість задекларованих розробником функціональних компонентів модуля «Оптимізація шихти» використовуються для вирішення поточних завдань у автоматизованому та напівавтоматизованому режимах;
- автоматизований режим - це застосування набору функціональних компонентів у «замкненому» циклі, не виводячи дані з модуля «Оптимізація шихт» (необхідність у їх конвертації в інші формати даних відсутня); у такому режимі працюють, насамперед, бухгалтерські служби підприємства, виконуючі «стандартні» операції згідно зі своїми посадовими обов'язками;
- напівавтоматизований режим застосовується у випадках, коли поточні розрахунки проводять із застосуванням інших програмних засобів поза межами «IT-Enterprise», зокрема, звичайними таблицями MS Excel. Потім отримані дані конвертуються у певний спосіб до формату даних, який сприймається вже

корпоративною системою; ці дані у конвертованому форматі надалі використовуються у різноманітних розрахунках і при формуванні різнопланових звітів за допомогою засобів «IT-Enterprise»; у такому режимі працюють, як правило, фінансово-економічні служби ПрАТ «Запоріжвогнетрив», зокрема відділ контролінгу;

– актуальним напрямом інформатизації діяльності відділ контролінгу ПрАТ «Запоріжвогнетрив» є зведення до мінімум напівавтоматизованого режиму роботи за рахунок впровадження/застосування нових функціональних компонентів модернізованого модуля «Оптимізація шихти» та їх гнучкого інтегрування з вже використовуваними у практиці;

– актуальним і затребуваним на сьогодні завданням є запровадження в практику аналітичної діяльності відділу контролінгу ПрАТ «Запоріжвогнетрив» комплексу економіко-математичних моделей та розроблених алгоритмічних процедур.

Підґрунтям для реалізації таких новацій є реальний стан справ у сфері інформатизації аналітичної діяльності відділу контролінгу ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Під час проведення облікових і аналітичних процедур у відділі застосовують електронні таблиці Ms. Excel, які замінили великий блок програмування - як, правило, використовують такі вбудовані можливості функціоналу Ms. Excel: різні формули, зведені таблиці, процедури аналізу, макроси для програмування специфічних функцій, скрипти на мові VBA, таблиці у вигляді інтерфейсів коду на VBA тощо.

Суттєвою є закладена можливість миттєвого автоматичного перерахунку за введеними формулами за необхідності змінити якісь з вихідних або проміжних даних. Це дає можливість проводити варіативне та сценарне моделювання, прогнозування, планування і аналіз користувачам, які навіть не володіють фундаментальними знаннями й навичками у сфері інформатики та математики [31].

Інформаційна модель даних «ЯК Є». Базовий етап роботи у середовищі електронних таблиць Ms. Excel полягає у цифровізації даних, які містяться у різних формах паперових документів. Рис. 3.2 ілюструє фрагмент таблиці Ms. Excel, в яку співробітниками відділу вручну вводиться ця інформація, після чого дані по витратах і цінах на шихтові матеріали розносяться вже у напівавтоматичному режимі по різних категоріях.

ТМЦ Код	Наименование ТМЦ	год	месяц	Данные		
				ЦЕНА Конец выч	ЦЕНА Расх грн/ тн	ЦЕНА Прих
C01001001000015	Глина ВТ-2	2020	1	683	683	680
			2	704	704	743
			3	699	699	691
			4	698	698	698
			5	705	705	711
			6	704	704	703
			7	698	698	694
			8	702	702	708
			9	706	706	735
			10	705	705	702
			11	705	705	0
			12	705	705	0
				2021	1	704
C01099099000103	карбоксиметилцеллюлоза	2020	1	101 210	101 202	101 200
			2	101 213	101 202	0
			3	101 219	101 202	0
			4	101 294	101 202	0
			5	101 210	101 200	101 200
			6	101 219	101 200	0
			7	101 207	101 200	101 200
			8	101 210	101 200	0
			9	101 214	101 200	0
			10	101 207	101 200	101 200
			11	101 205	101 219	0
			12	101 205	101 191	101 200
				2021	1	101 206
C02001001000006	Лом шамотный привозн	2020	1	348	348	348
			2	833	1 167	2 749
			3	829	829	828
			4	790	790	714

Рис. 3.2. Screenshot фрагменту занесення даних до електронних таблиць Ms. Excel (первинний облік витрат шихтових матеріалів)

Наступний етап - статистична обробка вже оцифрованої інформації, що передбачає проведення процедур групування і зведення цієї інформації у напівавтоматичному режимі. Зазначимо, що ці операції здійснюються постійно

(або з певною періодичністю) з урахуванням періодів надходження нової інформації. Результатом є цифровий контент у форматі, який ілюструє рис. 3.3.

Код ресурса	Ассортимент	Сырье	Норма	Норма	Норма	Норма	Норма	Норма	Норма	мин	макс
2010 Изделия общего назначения (нормал)			вариант 435	вариант 438	вариант 444	вариант 450	вариант 452	вариант 453			
C02001002000012		возвратные отходы (на основе лома)	0,053	0,053	0,053	0,103	0,174				
C02001002000045		возвратные отходы (на основе шамота)	0,053	0,053	0,053			0,143			
C01001001000015		Глина ВТ-2	0,394	0,394	0,424	0,405	0,394	0,406			
C02001001000006		Лом шамотный привозной				0,057					
C02001001000010		Лом БСП		0,196	0,168			0,143			
C03008001000000		Лом ЛШ (ЦПС) УПОЛ	0,299	0,200	0,200	0,172	0,354	0,291			
C02001001000011		Лом ЛШ потери				0,169					
C03008001000006		Лом ЛШ УПОЛ	0,299	0,200							
C03008001000008		Лом шамотный ЛШ УПОЛ (30-39%)				0,086	0,177				
C02001002000052		Пыль эл.фильтров с открытого склада			0,199	0,104		0,113			
		Итого	1,098	1,096	1,097	1,096	1,099	1,096			
C01099099000103		КМЦ	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003			
		ИТОГО	1,098	1,096	1,097	1,096	1,099	1,096			
		Сырье, грн/т	0,00	0,00	=ЕСЛИ(K16=0;;СУММПРОИЗВ(\$F4:\$F15;K4:K15))		0,00		0,00	0,00	
2020 Изделия общего назначения (фасон сложный)			вариант 213	вариант 212	вариант 219	вариант 221	вариант 222				
C02001002000012		возвратные отходы (на основе лома)	0,053	0,053	0,103	0,174					
C02001002000045		возвратные отходы (на основе шамота)	0,053	0,053				0,143			
C01001001000015		Глина ВТ-2	0,394	0,394	0,405	0,394	0,406				
C02001001000006		Лом шамотный привозной			0,057						
C02001001000010		Лом БСП		0,196				0,143			
C03008001000000		Лом ЛШ (ЦПС) УПОЛ	0,299	0,200	0,173	0,354	0,291				
C02001001000011		Лом ЛШ потери			0,169						
C03008001000006		Лом ЛШ УПОЛ	0,299	0,200							
C03008001000008		Лом шамотный ЛШ УПОЛ (30-39%)			0,086	0,177					
C02001002000052		Пыль эл.фильтров с открытого склада			0,104		0,113				
		Итого	1,098	1,096	1,097	1,099	1,096				
C01099099000103		КМЦ	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003			
		ИТОГО	1,098	1,096	1,097	1,099	1,096				
		Сырье, грн/т	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	
2030 Изделия общего назначения (фасон о/ сложный)			вариант 561	вариант 560	вариант 569	вариант 573	вариант 575				
C02001002000012		возвратные отходы (на основе лома)	0,053	0,053	0,103	0,174					
C02001002000045		возвратные отходы (на основе шамота)	0,053	0,053				0,143			
C01001001000015		Глина ВТ-2	0,394	0,394	0,405	0,394	0,406				
C02001001000006		Лом шамотный привозной			0,057						
C02001001000010		Лом БСП	0,196					0,143			
C03008001000000		Лом ЛШ (ЦПС) УПОЛ	0,200	0,299	0,172	0,354	0,291				
C02001001000011		Лом ЛШ потери			0,169						
C03008001000006		Лом ЛШ УПОЛ	0,200	0,299							

Рис. 3.3. Screenshot фрагменту інформаційної моделі даних в електронних таблицях Ms. Excel (варіанти раціональних шихтовок)

Як видно з рис. 3.2 і рис. 3.3, оцифровка даних відбувається у розрізі окремих номенклатурних позицій з асортименту вогнетривкої продукції та розрахованих раціональних варіантів шихтовок з урахуванням витрат шихтових матеріалів у розрізі структурних підрозділів (виробничих цехів ВШВ, ВВВ та ЦМВ) ПрАТ «Запоріжвогнетрив». Ці дані мають узгоджуватися з даними первинної звітності, що ведеться бухгалтерією підприємства, а отже, є необхідність у їх конвертації з базами даних окремих функціональних компонентів «IT-Enterprise». Зокрема, під час верифікації виробничого плану

відділом контролінгу, щоразу відбувається завантаження залишків актуалізованих шихтових матеріалів із баз даних «IT-Enterprise».

Паралельно з модулем «Оптимізація шихти» в інформаційній моделі даних «ЯК Є» частково реалізується на платформі Ms. Excel ще й модуль «Прогнозування ціни на сировину».

Результати застосування розрахункових процедур для прогнозування перспективної ціни на шихтові матеріали фрагментарно представлено на рисунках 3.4 – 3.6.

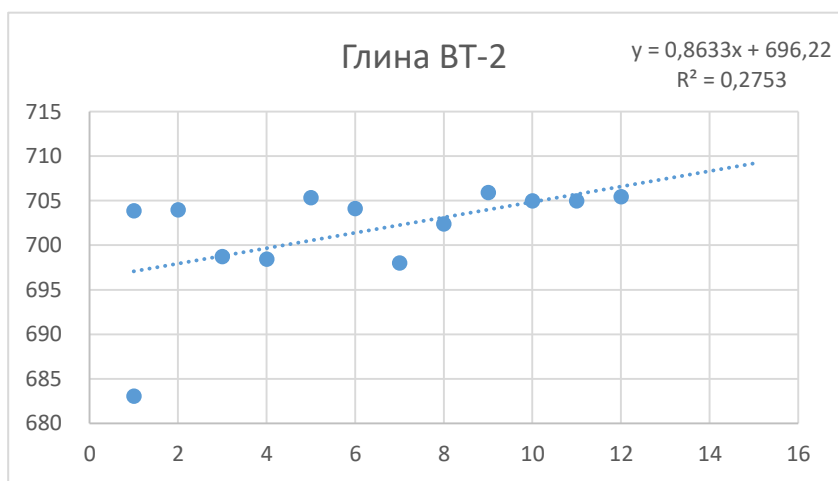


Рис. 3.4. Фрагмент модуля «Прогнозування ціни» інформаційної моделі даних в електронних таблицях Ms. Excel (шихтовий матеріал «Глина»)

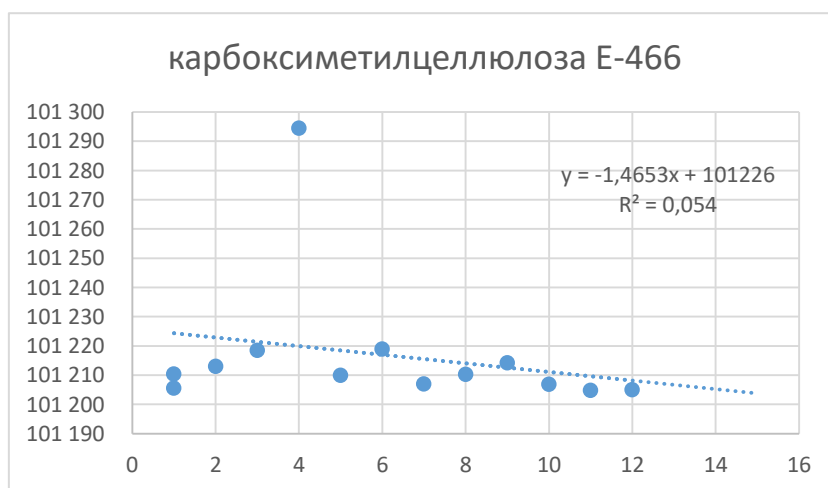


Рис. 3.5. Фрагмент модуля «Прогнозування ціни» інформаційної моделі даних в електронних таблицях Ms. Excel (шихтовий матеріал «Е-466»)

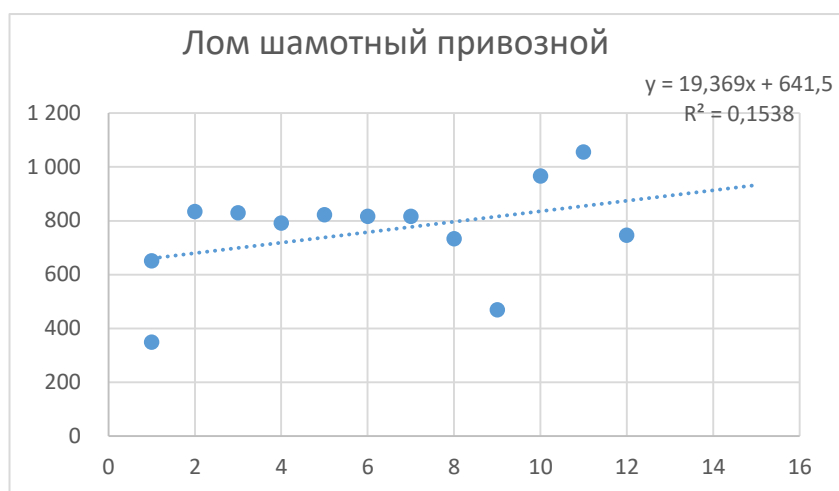


Рис. 3.6. Фрагмент модуля «Прогнозування ціни» інформаційної моделі даних в електронних таблицях Ms. Excel (шихтовий матеріал «Лом шамотний»)

У процесі роботи з електронними таблицями Ms. Excel співробітники періодично звертаються до баз даних, які створено та підтримуються функціоналом компонентів модуля «Оптимізація шихти». Результати цих звернень дозволяють сформувати в таблицях Ms. Excel допоміжні довідкові масиви, які підтримують актуальну нормативну інформацію, є релевантними у часі та надалі використовуються у розрахункових процедурах, які запрограмовані у таблицях Ms. Excel.

Слід відзначити, що розрахункові дані для опрацювання інформації по витратах шихтових матеріалів лише одного місяця року мають надмірну розмірність. Так, для прикладу, зведена таблиця модуля «Оптимізація шихти» розміщується на одному листі Ms. Excel і має орієнтовну розмірність 250 рядків на 30 граф; дані для цієї таблиці зв'язані з даними, які розміщено на інших листах Ms. Excel, загальна кількість яких в одному файлі може перевищувати 25-30. Зрозуміло, що така організація зберігання інформації не є оптимальною, а навпаки, суттєво ускладнює «розуміння» користувачами окремих локацій усередині файлу Ms. Excel.

Таким чином, можна констатувати, що засоби Ms. Excel у поєднанні з ситуаційним використанням баз даних корпоративної ERP-системи «IT-Enterprise» дозволяють вирішувати певний спектр аналітичних завдань, що покладено на відділ контролінгу ПрАТ «Запоріжвогнетрив». З іншого боку, застосування у практичній діяльності засобів Ms. Excel обтяжене цілою низкою проблем, насамперед, це втрата часу висококваліфікованих працівників на рутинні ручні операції по введенню даних у таблиці, відсутність можливості автоматичної конвертації даних з периферійних програмних засобів і, як правило, практична неможливість конвертувати дані з таблиць Ms. Excel у бази даних цих зовнішніх програмних продуктів, зокрема у корпоративну ERP-систему «IT-Enterprise».

Іншою проблемою є безпека даних, які опрацьовано в таблицях Ms. Excel через практично «вільний» доступ до цієї інформації сторонніх осіб, які не мають відповідних прав доступу. І таких проблем достатньо: незручна реалізація для формування шаблонів звітності, надмірний час на обробку даних, побудову вибірок, сортування і аналіз, складність побудови різних фільтрів, відсутня можливість багатокористувацького режиму роботи з даними та найголовніша проблема - «людський фактор», адже навіть єдина помилка може знецінити тривалу й трудомістку роботу всього колективу працівників відділу, тощо [24].

3.3. Розроблення інформаційної моделі даних «Як Має Бути» оптимізації шихти при складанні виробничих планів ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Факти та статистична база моделювання. Спосіб представлення даних, який реалізовано в інформаційній моделі «Як Є», що застосовується у відділі контролінгу для підтримки роботи модуля «Оптимізація шихти», є абсолютно не придатний до організації будь-яких оптимізаційних розрахунків, тому нами

запропоновано інший формат представлення з урахуванням вимог до реалізації моделюючих алгоритмів з використанням функціоналу Ms Excel.

На рис. 3.7 проілюстровано логіку, за якою факти та статистичні дані для ПрАТ «Запоріжвогнетрив» було конкретизовано в математичних вираженнях у моделі (2.8)–(2.13).



Рис. 3.7. Побудова моделі оптимізації шихти для планового портфеля замовлень (за фактичними даними – березень 2021 р.)

Моделні розрахунки проведено по асортименту продукції, яку виробляють три основні цехи, а саме: шамотні, високоглиноземні та магнезійальні виробни.

Модель містить: 49 видів вогнетривкої продукції, у т.ч. 226 різних варіантів шихтовки для них (керовані змінні); 69 параметрів, які відповідають величинам «раціонального дефіциту» щодо запасів шихтових матеріалів на складах підприємства (керовані змінні); 69 лінійних нерівностей-обмежень, які формалізують балансові умови використання шихтових матеріалів; 49 лінійних нерівностей-обмежень на виконання бізнес-зобов'язань підприємства щодо виробництва вогнетривкої продукції; 69 лінійних нерівностей-обмежень на допустимі границі щодо припустимого дефіциту/профіциту шихтових матеріалів на складі.

Переменные	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X21	X22	X23	X24	X25	X31	X32	X33	X34	X35	X41	X42	X43	X44	X45	X46	
Значения	0	0	1807,8	0	0	0	0	0	15,5	0	0	0	0	0	160	0	0	0	0	0	0	670	
5031594				1807,8					15,5						160							6	
Обозначения в модели																							
V1	1	1	1	1	1	1																	
V2							1	1	1	1	1												
V3												1	1	1	1	1							
V4																	1	1	1	1	1	1	
V5																							
V6																							
V7																							
V8																							
V9																							
V10																							
V11																							
V12																							
D1	0,053	0,053	0,053	0,103	0,174		0,053	0,053	0,103	0,174		0,053	0,053	0,103	0,174					0,053		0,103	0,107
D2	0,053	0,053	0,053			0,143	0,053	0,053			0,143	0,053	0,053			0,143				0,053			
D3	0,394	0,394	0,424	0,405	0,394	0,406	0,394	0,394	0,405	0,394	0,406	0,394	0,394	0,405	0,394	0,406	0,335	0,335	0,335	0,335	0,405	0,394	
D4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D5		0,196	0,168			0,143					0,143	0,196				0,143					0,222		
D6	0,299	0,200	0,200	0,172	0,354	0,291	0,299	0,200	0,173	0,354	0,291	0,200	0,299	0,172	0,354	0,291	0,246	0,324	0,340	0,227	0,172	0,218	
D7				0,169					0,169					0,169							0,169		
D8	0,299	0,200		0,086	0,177		0,299	0,200	0,086	0,177		0,200	0,299	0,086	0,177		0,246	0,324	0,340	0,227	0,086	0,109	
D9				0,057					0,057					0,057							0,057		
D10			0,199	0,104		0,113			0,104		0,113					0,113					0,104		
D11																	0,260		0,074	0,074			0,268
D12																							

Рис. 3.10. Screenshot фрагменту інформаційної моделі даних «ЯК Має Бути» в електронних таблицях Ms. Excel (шаблон для розрахунків на моделі за даними по цеху ВШВ: локація для розрахунків)

Аналіз результатів комп'ютерного моделювання оптимальної шихти виробництва вогнетривких виробів. Задачу (2.8)–(2.13) розв'язано симплексним методом, який програмно реалізовано у процедурі «Пошук рішення», що входить до функціоналу стандартного пакету Ms. Excel. Фрагмент порівняльного аналізу отриманих на моделі оптимальних варіантів шихти зі складеним виробничим планом для портфеля замовлень (за фактичними даними) подано на рис. 3.11.

Код продукції	Для складеного Виробничого плану								Для оптимальної шихтовки за Моделлю			Відхилення	
	Варіант шихтовки	Обсяг вир-ва (т)	с/в 1т. шихти (грн/т)	Загальна вартість (тис. грн.)	Варіант шихтовки	Обсяг вир-ва (т)	с/в 1т. шихти (грн/т)	Загальна вартість (тис. грн.)	тис. грн.	%			
	2	3	4	5	6	7	8	9	(9)-(5)	(10)/(5)*100			
Алюмосилікатний цех (виробництво шамотних виробів)													
2010	452	1807,80	841,93	1522,04	444	1807,80	788,85	1 426,08	-95,96	-6,30			
2030	570	0,13	1232,13	0,16	570	0,13	1232,13	0,16	0,00	0,00			
2060	190	192,20	1378,79	265,00	188	192,20	794,39	152,68	-112,32	-42,38			
2140	184	14,00	1378,79	19,30	182	14,00	794,39	11,12	-8,18	-42,38			
інші													
Разом по цеху:		4516,00	×	5080,20	×	4516,00	×	3723,03	-1357,17	-26,71			
Алюмосилікатний цех (виробництво високоглиноземних виробів)													
4090	76	68,10	1822,60	124,12	76	68,10	1822,60	124,12	0,00	0,00			
4150	59	270,00	5932,80	1601,86	60	270,00	5711,40	1 542,08	-59,78	-3,73			
4090	77	231,10	1724,00	398,42	80	231,10	1303,20	301,17	-97,25	-24,41			
4160	26	53,80	2938,40	158,09	26	53,80	2938,40	158,09	0,00	0,00			
інші													
Разом по цеху:		2185,90	×	7852,39	×	2185,90	×	7570,93	-281,46	-3,58			
Цех магнезіальних виробів													
1025	464	213,00	5203,70	1108,39	454	213,00	4222,70	899,44	-208,95	-18,85			
1030	107	30,40	5891,70	179,11	107	30,40	5891,70	179,11	0,00	0,00			
1170	143	78,40	22287,00	1747,30	131	78,40	21318,00	1671,33	-75,97	-4,35			
1300	14	272,10	5 236,40	1424,82	14	272,10	5236,40	1424,82	0,00	0,00			
інші													
Разом по цеху:		3491,00	×	46642,39	×	3491,00	×	39644,32	-6998,07	-15,00			
Разом для Портфеля замовлень		10192,90		59574,98		10192,90		50938,28	(-8636,70)	(-14,50)			

Рис. 3.11. Фрагмент порівняльного аналізу отриманих на моделі оптимальних варіантів шихти зі складеним виробничим планом для портфеля замовлень ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

Здійснено тестову прогонку модельно-алгоритмічного комплексу на базі побудованої інформаційної моделі даних, яку сформовано із застосуванням статистичних методів обробки та аналізу інформації (див. табл. 2.1, 2.2). Аналіз результатів комп'ютерного моделювання оптимальної шихти виробництва вогнетривких виробів для ПрАТ «Запоріжвогнетрив» в узагальненому вигляді ілюструє рис. 3.12.

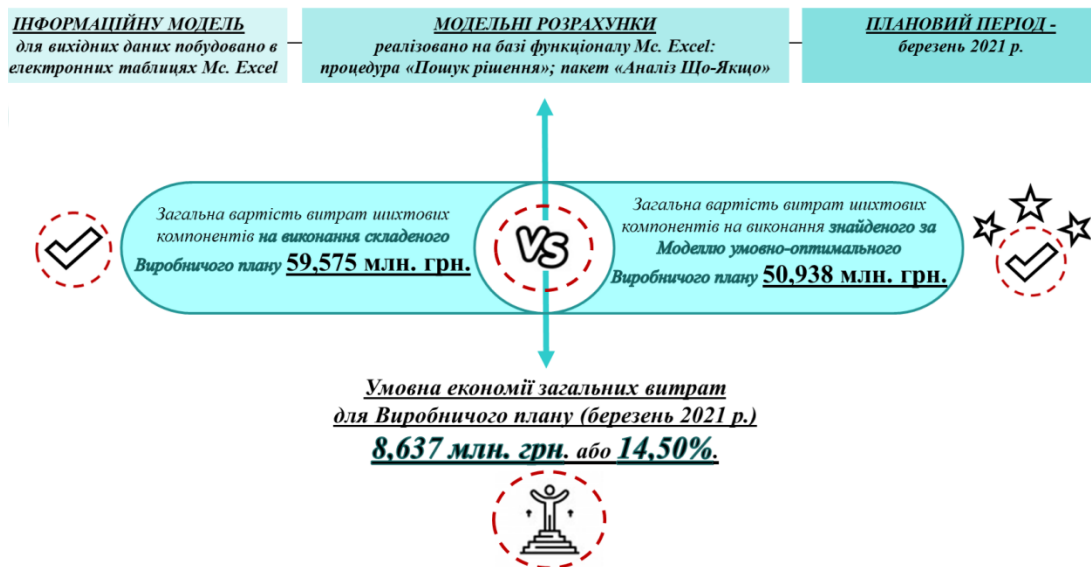


Рис. 3.12. Аналіз результатів комп'ютерного моделювання оптимальної шихти виробництва вогнетривких виробів ПрАТ «Запоріжвогнетрив» (тестова прогонка)

Аналіз результатів моделювання свідчить, що розрахунки на моделі дозволяють здійснити суттєво кращий вибір варіантів шихтування у порівнянні з апіорно складеним планом. Загальна вартість витрат шихтових компонентів на виконання складеного виробничого плану становить 59,575 млн. грн., а на виконання знайденого за моделлю умовно-оптимального виробничого плану – 50,938 млн. грн. Отже, умовна економія загальних витрат для виробничого плану (березень 2021 р.) складає 8,637 млн. грн. або 14,50%.

Застосування розробленого модельно-алгоритмічного комплексу «математична модель (2.8)–(2.13) - інформаційна модель даних на платформі Ms. Excel» для перевірки на ефективність складеного виробничого плану ПрАТ «Запоріжвогнетрив» на березень 2021 р. дозволило на підґрунті розрахунків зробити, зокрема, такі висновки:

1. Складений виробничий план не є досконалим («інтуїтивний», не оптимальний за критерієм мінімізації вартості шихтових матеріалів). Рекомендовано проєкт кращого виробничого плану, який знайдено за моделлю.

2. Існує загроза виникнення дефіциту або суттєвого профіциту ресурсів під час реалізації складеного виробничого плану. Рекомендовано здійснювати динамічну підтримку балансу складських запасів шихтових матеріалів для ресурсного забезпечення запропонованого оптимального виробничого плану з використанням методів адаптивного прогнозування та сценарного моделювання.

Висновки до розділу 3

Практичне значення отриманих результатів та перспективи подальшого вдосконалення:

– запропонований модельно-алгоритмічний комплекс дозволяє оперативно обчислювати множину раціональних (економічно прийнятних, оптимальних) варіантів шихти для асортименту вогнетривкої продукції з урахуванням різних варіантів складських запасів шихтових матеріалів;

– доцільно використовувати модельні (оптимальні) варіанти шихти як підґрунтя для складання графіку витрат шихтових матеріалів з урахуванням їх наявності на складі та перспективним планом їх додаткової закупівлі;

– розроблена комп'ютерна діалогова система (створено її демопрототип) своєчасно надає інформацію для прийняття рішень щодо оптимізації технологічного режиму вибору способів шихтовки з урахуванням можливості взаємозаміни окремих компонентів у складі шихти для забезпечення виробництва планового обсягу асортименту вогнетривкої продукції;

– напрямком подальших розвідок є створення прикладного програмного продукту у форматі діалогової комп'ютерної системи на кшталт системи підтримки прийняття рішень (DSS – Decision Support System).

ВИСНОВКИ

Ключовою компетентністю сучасного економіста-аналітика, фінансового менеджера, керівника середньої та вищою управлінської ланки є здатність оперативно приймати ефективні управлінські рішення щодо перспективного планування діяльності промислових підприємств чи взаємодіючих між собою їх підрозділів, причому інтереси цих підрозділів не завжди узгоджуються між собою й можуть бути протилежними за умов наявності обмежень техніко-економічного або будь-якого іншого характеру, та/або вирішення різних економічних проблемних ситуацій, які періодично виникають під час їхньої діяльності. Управлінське рішення є багатограним, не завжди очевидним компромісом між деякими прийнятними варіантами та, як наслідок, - це виважена дія, що має ґрунтуватися на попередній кількісній оцінці та результатах економічного аналізу можливих наслідків цієї дії. Тому, безпосередньому прийняттю рішення передуює пошук так званого «оптимального» варіанту цієї дії, яка повинна «зняти» існуючу економічну та/або управлінську проблему найкращим способом.

Застосовано принципи системного та процесного підходу, методи економіко-математичного моделювання та статистичної обробки та узагальнення даних для побудови інформаційної моделі «Як Має Бути» до формулювання концептуальної ідеї щодо моделювання процесу розподілу шихтових матеріалів для отримання оптимальної шихти за критерієм мінімізації загальної виробничої собівартості матеріально-сировинних витрат на виконання портфеля замовлень ПрАТ «Запоріжвогнетрив». У цій концептуальній схемі центральне місце відведено модельному інструментарію - комплексу економіко-математичних моделей та інформаційним моделям спеціальної структури (створено в електронних таблицях Ms Excel), що разом реалізують функціонал модулів «Оптимізація шихта» та «Прогнозування ціни

на сировину». Це забезпечує ефективне оперативно-тактичне регулювання та управління на рівні основних ланок виробничої діяльності підприємства.

Згідно з метою магістерського дослідження розроблено діалогову людино-машинну процедуру розрахунку потреби у шихтових матеріалах в умовах багатоваріантності комбінацій допустимих раціональних варіантів шихтовок. Для її реалізації розроблено інтегральну інформаційну модель на платформі Ms. Excel, на базі якої проведено автоматизацію підтримки прийняття рішень з управління розподілом шихтових матеріалів між різними варіантами шихтовок для виготовлення вогнетривкої продукції з дотриманням технологічних норм та узгоджено з обсягом планового портфеля замовлень ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Запропонований підхід до вирішення окресленої проблематики з ефективного управління розподілом шихтових матеріалів для ПрАТ «Запоріжвогнетрив» базується на універсальних методологічних принципах математичного та комп'ютерного моделювання економічних проблемних ситуацій, пов'язаних з ефективним управлінням витратами на виробництво, логістику та маркетинг в різноманітних задачах складання та оптимізації шихти в умовах роботи промислових підприємств металургійного комплексу.

Запропоноване математичне та інформаційне забезпечення дозволяє здійснювати оперативну автоматизовану перевірку складеного виробничого плану на його ресурсну збалансованість і дотримання договірних бізнес-зобов'язань на базі діалогової системи на платформі Ms. Excel з використанням розробленої моделі оптимізації шихти.

Запропоновані у магістерській роботі способи вирішення актуальної економічної проблематики є універсальними у тому розумінні, що їх можна застосовувати з відповідними модифікаціями для вирішення іншої проблематики фінансово-економічної сфери діяльності, які пов'язано з підвищенням ефективності процесів управління витратами на виробництво, зберігання, маркетинг тощо в умовах виробничих процесів підприємств групи Метінвест.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ARIS Express - бесплатная программа для моделирования бизнес-процессов и оргструктуры. URL : <http://bpmsoft.org/aris-express/> (дата звернення: 28.10.2021).
2. Belozyorov M.N., Kalashnikov M.N. The interactive multistep flexible method of calculation of raw materials requirement and inventories optimization in production of aluminum alloy materials. *Text processing and cognitive technologies: The XI-th International Conference Cognitive Modeling in Linguistics Proceedings*, Constantza, September 7-14, 2009. – Kazan: KSU, 2009. P. 452–463.
3. Rutgers V., Sniderman B. Around the physical-digital-physical loop: A look at current Industry 4.0 capabilities. // Internet Archive (Deloitte) : веб-сайт. URL : <https://bit.ly/3An4uGS> (дата звернення: 28.10.2021).
4. Адаптивные модели в системах принятия решений : монография / под ред. Н. А. Кизима, Т. С. Клебановой. Харьков : ИНЖЕК, 2007. 368 с.
5. Баталов Д. А., Рыбьянцева М.С., Рыбьянцева О.М. Формирование процессного подхода к управлению: системы бизнес-моделирования. *Научный журнал КубГАУ (Scientific Journal of KubSAU)*. 2012. № 78. С. 790–804. URL : <http://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-protsessnogo-podhoda-k-upravleniyu-sistemy-biznes-modelirovaniya> (дата звернення: 28.10.2021).
6. Белозеров М.Н., Калашников Е.А. Расчет графика использования конечного набора вариантов шихтовых. *Цветные металлы*. 2010. № 3. С.88–91.
7. Белькова А.И., Бойко Л.Т., Сафина-Валуева Л.А., Лихачев Ю.М. Компьютерная система поддержки принятия решений в задачах выбора оптимального состава доменной шихты в современных сырьевых условиях Украины. *Математичне моделювання*. № 1 (30), 2014. С. 48-51. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mm_2014_1_17 (дата звернення: 10.11.2021).
8. Берсуцкий А. Я. Использование экономико-математических методов в системе принятия управленческих решений. *Економіка: проблеми теорії та практики* : зб. наук. пр. Дніпропетровськ : ДНУ, 2006. Вип. 213. С. 1380–1391.

9. Біловодська О. А. Економічне обґрунтування реінжинірингу бізнес-процесів виробничих підприємств : монографія. Суми : Мрія-1, 2010. 440 с.

10. Вецко Т.М. Сталий розвиток підприємства : проблеми та перспективи. *Актуальні проблеми економіки та управління*. 2019. №13. URL : <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/153856> (дата звернення - 19.11.2021).

11. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Шарапов О.Д. Економіко-математичне моделювання : Навч. посібник / За заг. ред. В.В. Вітлінського. Київ : КНЕУ, 2008. 536 с.

12. Глосарій до плану статистичного спостереження : наказ Держкомстату України від 29 грудня 2009 р. № 498. URL : <https://bit.ly/3xK4tvm> (дата звернення: 10.11.2021).

13. Глушевський В. В. Місце і роль методів статистики при розробленні інформаційної моделі даних для розв'язування задачі оптимізації шихти. *Європейський вектор модернізації економіки в умовах сталого розвитку промислового регіону* [текст] : монографія / під заг. ред. д.е.н., проф. Н. Г. Метеленко. К.: Інтерсервіс, 2021. Розд. 4, пп. 4.4. С. 318-330.

14. Глушевський В. В. Модель багатоваріантного вибору оптимальної шихти виробництва асортименту вогнетривкої продукції. *Інноваційні рішення в економіці, бізнесі, суспільних комунікаціях та міжнародних відносинах* : матер. Міжнар. наук.-практ. інт.-конф., м. Дніпро, 16 квіт. 2021 р. Дніпро : УМСФ, 2021. С. 210-214. URL : <https://bit.ly/3zjwH0D> (дата звернення: 10.11.2021).

15. Глушевський В., Комазов П. Місце і роль економетричних методів у прикладних задачах моделювання ефективної управлінської діяльності підприємств. *Формування сучасних концепцій менеджменту організацій та адміністрування в умовах цифровізації* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 23-24 вер. 2021 р. / ред.-упоряд. В. Г. Воронкова. Запоріжжя : ВД «Гельветика», 2021. С. 292-300. URL : <https://bit.ly/3DOvaBa> (дата звернення: 10.11.2021).

16. Глушевський В.В., Ліванов О.В., Мозуленко О.В. Місце і роль оптимізаційних методів і моделей в задачах ефективного управління

обмеженими ресурсами промислових підприємств з їх орієнтацією на сталий розвиток. *Європейський вектор модернізації інженерної та економіко-управлінської освіти в умовах сталого розвитку промислового регіону*: матер. *Європейський вектор модернізації інженерної та економіко-управлінської освіти в умовах сталого розвитку промислового регіону*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 27-28 трав. 2021 р. Запоріжжя : Наук. ред. Н.Г. Метеленко. ЗНУ Інженерний навчально-науковий інститут, 2021. С. 308-311. URL : <https://bit.ly/3q81MRZ> (дата звернення: 10.11.2021).

17. Гречко Т. К., Чернова Л.С. Системний аналіз і прийняття інноваційних рішень : навч.-метод. посіб. Миколаїв : Видавець Торубара В. В., 2015. 244 с.

18. Диха М.В., Мороз В.С. Економетрія : навч. посіб. К. : «Центр учбової літ-ри», 2016. 206 с. URL : <https://bit.ly/3BVkyFc> (дата звернення: 25.10.2021).

19. Ефимов В. В. Процессы и процессно-ориентированный подход : учеб. пособ. Ульяновск : УлГТУ, 2005. 84 с.

20. Єріна А.М., Захожай В.Б., Манцуоров І.Г. Статистика : структурно-логічні схеми та задачі: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2007. 304 с.

21. Згуровский М. З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. Киев : Наукова думка, 2005. 744 с.

22. Ильин В. В. Моделирование бизнес-процессов: Практический опыт разработчика. Москва : Вильямс, 2006. 176 с.

23. Информационные системы с базами данных // Elearning : веб-сайт. URL : <https://bit.ly/3dJmimn> (дата обращения: 25.10.2021).

24. Катрич Д.В. Захист інформації в ERP-системі підприємства. Адаптивні системи автоматичного управління. URL: <http://asac.kpi.ua/article/download/128054/122924> (дата звернення: 28.11.2021)

25. Костюк В.О. Прикладна статистика : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. 191 с. URL : <https://bit.ly/36UYPLn> (дата звернення: 10.10.2021).

26. Лобушко С., Ліванов О., Глущевський В.В. Задача вибору оптимальної шихти виробництва асортименту вогнетривких виробів: актуальна проблематика, теоретичні та практичні аспекти моделювання. *Молода наука-2021* : зб. наук. праць за матер. XIV універс. наук.-практ. конф. студ., асп., докт. і мол. вч., м. Запоріжжя, 19-24 квіт. 2021 р. у 5 т. Запоріжжя : ЗНУ, 2021. Т. 5. С. 199-200. URL : <https://bit.ly/31UFU3K> (дата звернення: 10.11.2021).

27. Математичні моделі та методи ринкової економіки : навч. посіб. / В. В. Вітлінський, О. В. Піскунова. Київ : КНЕУ, 2010. 531 с.

28. Одинец М. А. Процессный подход в управлении производственной системой (на примере оценки эффекта в результате интеграции ERP системы) : дис. на соискание науч. степени канд. эконом. наук : 08.00.05 "Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами - промышленность)" / Максим Александрович Одинец. - Санкт-Петербург, 2015. 148 с. - URL: www.smtu.ru/file/disser.php?file=disser/20_disser_file.pdf.

29. Пакулін С.Л., Пакуліна А.А. Управління сталим розвитком сучасного підприємства. *Траектория науки : Электронный научный журнал*. 2016. № 3(8). URL : <https://core.ac.uk/download/pdf/42122781.pdf> (дата звернення - 19.11.2021).

30. Парадокс Четвертої промислової революції. // Internet Archive (Deloitte) : веб-сайт. URL : <https://bit.ly/3zkrH2Q> (дата звернення: 28.10.2021).

31. Пономаренко В.С. Інформаційні системи і технології в економіці : навч. посіб. Київ : Видавничий центр «Академія», 2002. 544 с.

32. Построение информационной модели // Internet Archive : веб-сайт. URL : <https://bit.ly/3jItF1b> (дата обращения: 25.10.2021).

33. ПрАТ «Запоріжвогнетрив». [Заголовок з екрану]. URL : <https://zaporozhogneupor.com/uk/>.

34. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. Москва : РИА «Стандарты и качество», 2004. 408 с.

35. Соломаха С. А. Моделі і методи адаптивного управління виробничо-економічними системами в умовах нестабільного попиту : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. економ. наук : 08.03.02 “Економіко-математичне моделювання” / С. А. Соломаха ; Донец. нац. ун-т. Донецьк, 2006. 20 с.
36. Статистичні методи вимірювання і аналізу взаємозв’язків // Internet Archive : веб-сайт. URL : <https://kegt-rshu.in.ua/images/dustan/CMONS5.pdf> (дата звернення: 25.11.2021).
37. Таха Хемди А. Введение в исследование операций [7-е изд. : Пер. с англ.]. М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. 912 с.
38. Тогобицкая Д.Н., Белькова А.И., Гринько Ю.А., Степаненко Д.А. Алгоритмические и программные средства системы контроля и управления шлаковым режимом доменной плавки. *Системные технологии. Региональный сборник научных трудов*. Днепропетровск. 2013. Вып. 3 (86). С.9-14.
39. Четверта промислова революція : зміна напрямів міжнародних інвестиційних потоків: моногр. / за наук. ред. : А.І. Крисоватого, О.М. Сохацької. Тернопіль : Осадца Ю.В., 2018. 478 с. URL : <https://bit.ly/3tNcE9c> (дата звернення: 28.11.2021).
40. Шваб К. Четвертая промышленная революция : Top Business Awards. «Эксмо», 2016. 138 с. URL : <https://bit.ly/3CaO3O3> (дата обращения: 25.10.2021).
41. Шелобаев С. И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: Учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 367 с.
42. Глущевський В. В., Пашкова О. С., Метрик Р. Ю. Моделювання вартості комплексної послуги «під ключ» у вогнетривкому сервісі як управлінський бізнес-процес. *Економіка та менеджмент у період цифрової трансформації бізнесу, суспільства і держави* : м Ювілейної Міжнародної науково-практичної конференції (м. Запоріжжя, 28-29 травня. 2020). / Наук. ред. Н.Г. Метеленко. Запоріжжя : ЗНУ. Інженерний інститут, 2020. С. 90-96. URL : <https://web.znu.edu.ua/NIS//2020/sbornik.pdf> (дата звернення: 28.11.2021).